

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



MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA
ENVASADORA DE GLP BASADO EN HERRAMIENTAS DE
LEAN MANUFACTURING

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL

PRESENTADA POR

Bach. MENDOZA QUEZADA, PERCY ANDRÉS

Bach. QUISPE PEDRAZA, LUIS EDUARDO

ASESOR: Mg. ROSALES LÓPEZ, PEDRO

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres por ser el aquel pilar que sostiene todo lo que soy, mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo desinteresadamente mantenido a través del tiempo.

A mi familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Luis Quispe

A todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y me animaron a no rendirme.

A mis compañeros con los que durante la carrera desarrollamos nuestras competencias profesionales.

Percy Mendoza.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero y profundo reconocimiento, a todas aquellas personas que directa e indirectamente han hecho posible la realización de la siguiente investigación, a nuestra familia por la confianza depositada en nosotros para lograr con éxito nuestras metas personales y profesionales.

Percy Mendoza y Luis Quispe

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción del problema y formulación del problema.....	3
1.1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema general y específicos.....	9
1.3 Objetivos	9
1.4 Delimitación de la investigación.....	9
1.5 Justificación e importancia.....	10
Teórica.....	10
Práctica	10
Social	10
Económica	11
Metodológica.....	11
1.6 Viabilidad.....	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	12
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio	16
2.2.1 Lean Manufacturing.....	16
2.2.1.1 Concepto Lean.....	16
2.2.1.2 Concepto del Lean Manufacturing	17
2.2.1.3 Objetivos del Lean Manufacturing	17

2.2.1.4	Impacto del Lean Manufacturing	17
2.2.1.5	Tipos de desperdicios	18
2.2.1.6	Herramientas Lean Manufacturing.....	21
2.2.2	Productividad	29
2.2.2.1	Medición del trabajo.....	30
2.2.2.2	Estudio de tiempo	30
2.2.2.3	Herramientas para el estudio de tiempos.....	31
2.2.2.4	Balance de línea.....	34
2.3	Definición de términos.....	35
CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		37
3.1	Hipótesis.....	37
Hipótesis general		37
Hipótesis específicas		37
3.2	Variables	37
3.2.1	Definición conceptual de las variables.....	37
3.2.2	Operacionalización de las variables:	38
CAPÍTULO IV: M A R C O METODOLÓGICO		41
4.1	Tipo, método y diseño de la investigación	41
	Tipo de investigación:	41
	Método de la investigación	41
4.2	Diseño de investigación	41
4.3	Población y muestra.....	42
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
4.4.1	Tipos de técnicas de recolección de datos	43
4.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	44

4.5	Las técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de datos	45
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		46
5.1	Diagnóstico y situación actual	46
5.1.1	Reprocesos en Producción.....	47
5.1.2	Tiempos de cambio de Lote de Producción	50
5.1.3	Consumo de Recursos de Producción	53
5.1.4	Productividad.....	54
5.2	Resultados de la mejora	56
5.2.1	Reprocesos en Producción.....	56
5.2.2	Tiempos de Cambio de lote de producción	59
5.2.3	Consumo de recursos en producción	62
5.2.4	Productividad	65
5.3	Análisis	67
5.3.1	Reprocesos en Producción.....	67
5.3.2	Tiempos de Cambio de Lote de Producción.....	73
5.3.3	Consumos de Recursos	81
5.3.4	Productividad.....	87
CONCLUSIONES		95
RECOMENDACIONES		96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		97
ANEXOS		100
Anexo 1: Productos Devueltos - Cambios 2018.....		101
Anexo 2: Insumos (sellos).....		101
Anexo 3: Insumos O'Ring		102
Anexo 4: Insumos Granalla.....		102

Anexo 5: Matriz de Consistencia.....	103
Anexo 6: Operacionalización de variables.....	104
Anexo 7: Situación actual de la empresa	105
Anexo 8: Reprocesos de Producción Antes de la Mejora	110
Anexo 9: Fragmento de la Data Reprocesos Muestra 1	112
Anexo 10: Detalle de Tiempos de cambio de lote antes de la mejora	113
Anexo 11: Consumo de Recursos antes de la mejora	116
Anexo 12: Diagrama del Análisis del Proceso.....	119
Anexo 13: Fragmento de la Data Productividad Antes de la Mejora	120
Anexo 14: Implementación de las 8 Disciplinas.....	121
Anexo 15: Fragmento de la Data Reprocesos Muestra 2.....	128
Anexo 16: Implementación del SMED	129
Anexo 17 :Resumen de los tiempos mejorados en el cambio de producción	136
Anexo 18: Implementación de las 5'S	137
Anexo 19 : Diagrama del Análisis del Proceso Mejorado	144
Anexo 20: Fragmento de la Data productividad muestra 2	145
Anexo 21: Data Reproceso Antes de la mejora	146
Anexo 22: Data Reproceso Después de la Mejora.....	147
Anexo 23: Data Tiempos de Cambio Antes de la mejora.....	148
Anexo 24: Data Tiempos de Cambio Después de la mejora.....	149
Anexo 25: Data de Consumo de Pintura Antes de la Mejora	150
Anexo 26: Data de Consumo de Pintura Después de la Mejora	151
Anexo 27: Data de Productividad Antes de la Mejora.....	152
Anexo 28: Data de Productividad Después de la Mejora	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hogares que usan GLP como fuente de energía	4
Figura 2: Productos Devueltos “Cambios 2018”	5
Figura 3 Tiempo de Cambio de lote de producción.....	6
Figura 4: Insumos (Pintura)	7
Figura 5: Fishbone	8
Figura 6: Casa Lean	16
Figura 7: Los 8 Desperdicios	19
Figura 8: Comparación de las metodologías para la solución de problemas.....	26
Figura 9: Estructura de la Producción.....	28
Figura 10: Distribución del área de envasado de Llamagas S.A.	47
Figura 11: Reprocesos Muestra 1	48
Figura 12: Reprocesos por Tipo Muestra 1	49
Figura 13: Muestra 1 -Fragmento de Duración de Cambios	51
Figura 14: Tiempo promedio de cambio AHORROGAS a LLAMAGAS Muestra 1.....	51
Figura 15: Tiempo promedio de Cambio LLAMAGAS a AHORROGAS Muestra 1.....	52
Figura 16: Consumo mensual de Gln de Pintura Lila.....	53
Figura 17: Consumo Pintura y Thinner Muestra 1	54
Figura 18: Productividad mensual - Muestra 1.....	55
Figura 19: Reprocesos Muestra 2	57
Figura 20: Tipo de Reproceso Enero 2019 – Junio 2019	58
Figura 21: Muestra 2 – Fragmento de Duración de Cambios.....	59
Figura 22:Tiempo promedio de cambio LLAMAGAS a AHORRAGAS Muestra 2.....	60
Figura 23:Tiempo promedio de cambio de AHORRAGAS a LLAMAGAS Muestra 2.....	60
Figura 24: Recursos de Pintura y Thinner Enero 2019 a Junio 2019	62
Figura 25: Consumo de pintura lila mensual Enero 2019 a Diciembre 2019	63
Figura 26: Comparación del consumo de Recursos.....	64
Figura 27: Productividad mensual - Muestra 2.....	66
Figura 28: Reprocesos Análisis	67
Figura 29: Medias de Reprocesos	73
Figura 30: Duración Cambio de Lote por Mes	74

Figura 31: Medias de Tiempo de Cambio	80
Figura 32: Consumo de Pintura Lila.....	81
Figura 33: Medias de Consumo de Pintura.....	86
Figura 34: Productividad Mensual.....	87
Figura 35: Medias Productividad.....	93
Figura 36: Resumen de los resultados	94
Figura 37: Plano de la planta Lurín	106
Figura 38: Organigrama de la Empresa Llamagas S.A	109
Figura 39: Prueba de hermeticidad (control de fuga) Llamagas S.A.....	110
Figura 40: Limpieza y apilado de balones vacíos para pintar.....	111
Figura 41: Balones devueltos por los clientes y observados en producción.....	111
Figura 42: Balones Llamagas	113
Figura 43: Balones Ahorrogas	113
Figura 44: Preparado de emblema	114
Figura 45: Pintado de emblema	114
Figura 46: fragmento de tiempos de cambio de producción.....	115
Figura 47: Balones separados para granallar, canje y mantenimiento.....	116
Figura 48: Balones separados para granallar, canje y mantenimiento.....	117
Figura 49: Balones Rechazados.....	117
Figura 50: Balones granallados.....	118
Figura 51: ¿5 Por Qué?	122
Figura 52: Asignación de personal Primera Semana Enero	123
Figura 53: Asignación de personal Segunda semana de Marzo	124
Figura 54: Comparación de Reprocesos	125
Figura 55: Fragmento del tiempo de Preparado de los equipos Llamagas – Ahorragas Mejorado	133
Figura 56: Fragmento del tiempo de Preparado de los equipos Ahorragas – Llamagas Mejorado	135
Figura 57: Clasificación de las áreas	137
Figura 58: Lista de personal de limpieza.....	142
Figura 59: Ayudas visuales para la autodisciplina.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de desperdicios	20
Tabla 2: Inspecciones realizadas con el enfoque Poka-Yoke	23
Tabla 3: Tipo de Kanban	24
Tabla 4: Tabla de Westinghouse.....	32
Tabla 5: Reprocesos Muestra 1	48
Tabla 6: Reprocesos por Tipo Muestra 1	49
Tabla 7: Productividad de julio 2018 a diciembre 2018.....	55
Tabla 8: Reprocesos Por Mes Muestra 2	57
Tabla 9: Tipo de Reprocesos Enero 2019 - Junio 2019.....	58
Tabla 10: Productividad Enero 2019 a Junio 2019.....	65
Tabla 11: Métricas estadísticas de la muestra M1 Reprocesos.....	68
Tabla 12: Prueba de Normalidad - Reprocesos M1	69
Tabla 13: Métricas estadísticas Reprocesos M2	70
Tabla 14: Prueba de Normalidad Reprocesos M2	71
Tabla 15: Contrastación de Hipótesis Reproceso	72
Tabla 16: Medias de Reprocesos	72
Tabla 17: Métricas estadísticas de la muestra M1 Tiempo de Cambio	75
Tabla 18: Prueba de Normalidad - Tiempo de cambio M1	76
Tabla 19: Métricas estadísticas de la muestra M2 Tiempo de Cambio	77
Tabla 20: Prueba de Normalidad - Tiempo de cambio M2	78
Tabla 21: Contrastación de Hipótesis Cambios de Lote.....	79
Tabla 22: Medias de Tiempos de cambio	80
Tabla 23: Métricas estadísticas de la muestra M2 Consumo.....	82
Tabla 24: Prueba de Normalidad - Consumos M1	82
Tabla 25: Métricas Estadísticas de la Muestra M2 Consumo.....	83
Tabla 26: Métricas Estadísticas Consumo de Pintura M2	84
Tabla 27: Contrastación de Hipótesis Consumo.....	85
Tabla 28: Medias de Consumo de Pintura.....	86
Tabla 29: Métricas Estadísticas de la M1 Productividad.....	88
Tabla 30: Prueba Normalidad Productividad M1	88

Tabla 31: Métrica Estadística M2 Productividad	89
Tabla 32: Prueba Normalidad Productividad M2	90
Tabla 33: Contrastación de Hipótesis Productividad.....	92
Tabla 34: Medias de Productividad	92
Tabla 35: Mercado de la empresa Llamagas S.A. – Planta Lurín	105
Tabla 36: Personal que labora en Llamagas S.A. – Planta Lurín	108
Tabla 37: Tabla AMEF	126
Tabla 38: Clasificación AMEF	126
Tabla 39: Cronograma de actividades	127
Tabla 40: tiempo de preparación de pintura (pintado).....	129
Tabla 41:Tiempo de preparación de pintura (emblemado).....	129
Tabla 42: Tiempo de cambio Ahorragas a Llamagas (pintado).....	130
Tabla 43: Tiempo de cambio de Ahorragas a Llamagas (emblemado)	130
Tabla 44: Lista de artículos disponibles	137
Tabla 45: Clasificación de áreas	138
Tabla 46: Criterio de seguridad	139
Tabla 47: Criterio de calidad	139
Tabla 48: Criterio de eficiencia	139
Tabla 49: Listado de frecuencia de movimiento.....	140
Tabla 50: Limpieza del área de trabajo.....	141

RESUMEN

La aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa Llama Gas S.A., para mejora de la productividad. Lima. 2019, tuvo como objetivo general de qué manera la implementación de las herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad en la empresa envasadora de GLP. Se utilizó una metodología aplicativa – Experimental, método de investigación Cuasi – Experimental. El propósito fue la obtención de resultados, con el cual se propusieron determinadas sugerencias para poder contrarrestar la problemática observada en el proceso de producción dentro de la empresa. Se analizó la situación previa a la mejora dentro de producción (Julio – Diciembre 2018), y la situación después de aplicar las herramientas Lean Manufacturing (Enero – Junio 2019). Se obtuvieron los datos de producción diaria para cada situación metodológica, correspondientes a los productos por reproceso (indicador interno de la calidad), el tiempo de ciclo (indicador de disciplina y estandarización) y cantidad de merma (indicador de orden, limpieza y calificación).

Palabras Claves: Lean Manufacturing, reprocesos, tiempo de ciclo.

ABSTRACT

The application of Lean Manufacturing tools in the company Llama Gas S.A., to improve productivity. Lime. 2019. It had as a general objective how the implementation of Lean Manufacturing tools improves productivity in the LPG packaging company. An application methodology - Experimental, Quasi - Experimental research method was used. The purpose is to obtain results, with which certain suggestions were proposed to be able to counteract the problems observed in the production process within the company. The situation was analyzed with the current method within production (July - December 2018), and the situation after applying Lean Manufacturing tools (January - June 2019). Production data were obtained for each week for each methodological situation, corresponding to the products by reprocessing (internal quality indicator), the cycle time (discipline and standardization indicator) and amount of waste (order indicator, cleanliness and qualification).

Keywords: Lean Manufacturing, reprocesses, cycle time.

INTRODUCCION

La empresa, nombre con el cual se identificará a la organización en donde se realizó la investigación se creó en el año 1977 ,con el fin de promover y comercializar el gas licuado de petróleo o GLP a los sectores emergentes de la sociedad peruana, en octubre del mismo año comenzaron sus operaciones ubicada en el distrito de independencia (Planta de Naranjal) a raíz de la acogida en el mercado inauguran una segunda planta en villa María del triunfo (Planta de Lurín), para luego ampliar el mercado a nivel nacional, instalando las siguientes plantas: Arequipa, Cusco, Pisco, Pucallpa, Rioja y Trujillo las cuales abastecen a las principales ciudades del país a través de centros de venta propios.

El desarrollo de la tesis se centró en el aumento de la productividad de balones de GLP en la planta de Lurín, debido que la demanda diaria no se cumplía dentro de la jornada, lo cual se reflejó en sobretiempos y demoras en la entrega de los productos, a la vez se evidenciaba desorden en el cambio de lotes de producción y en la recepción de clientes, generando incomodidad en los trabajadores, debido a que el ambiente laboral era desorganizado.

Para mejorar la productividad y asimismo la calidad de los productos se decidió aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, con el fin de cumplir con los pedidos de los clientes, y reducir el número de reprocesos. Para lo cual primero se tuvo que obtener datos de la situación de la planta los cuales se compararon con datos obtenidos posteriores a la mejora y cambios realizados.

En el Primer capítulo se plantea el problema general y los problemas específicos y los objetivos que se quiere alcanzar y la delimitación de esta investigación. Explicándose y justificándose la metodología empleada, las cuales son Herramientas de Lean Manufacturing.

En el Segundo capítulo se explican los aspectos teóricos y antecedentes de la investigación, así como el fundamento de las variables y sus respectivas definiciones de los términos utilizados en esta investigación.

En el Tercer capítulo se menciona las hipótesis y la definición conceptual de la variable dependiente e independiente.

En el Cuarto capítulo es donde se explica el tipo, método y diseño de esta investigación. También se definen la muestra y la población que serán analizadas, asimismo las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

En el Quinto capítulo se explica la presentación y análisis de resultados de la investigación, dando énfasis en el diagnóstico, situación actual, resultados de la mejora y por último el análisis después de implementación de las herramientas Lean.

Por último, se presentan las conclusiones, las recomendaciones y las fuentes bibliográficas consultadas.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

La empresa, nombre con el cual se identificó a la organización en donde se realizó la investigación se creó en el año 1977 ,con el fin de promover y comercializar el gas licuado de petróleo o GLP a los sectores emergentes de la sociedad peruana, en octubre del mismo año comenzaron sus operaciones ubicada en el distrito de independencia (Planta de Naranjal) a raíz de la acogida en el mercado inauguran una segunda planta en villa María del triunfo (Planta de Lurín), para luego ampliar el mercado a nivel nacional, instalando las siguientes plantas: Arequipa, Cusco, Pisco, Pucallpa, Rioja y Trujillo las cuales abastecen a las principales ciudades del país a través de centros de venta propios.

En la planta de Lurín se dedica al envasado y comercialización de GLP, el cual es una mezcla de los gases propano y butano los cuales se licuan a bajas temperaturas lo que permite que se almacenen en balones y se transporte para ser distribuidos a los consumidores domésticos e industriales.

La planta de Lurín cuenta con 10 productos diferentes los cuales son demandados en todos los sectores de la sociedad peruana. Los balones de 10 Kg. son los más comercializados tanto para las zonales que distribuye la misma planta y los clientes mayoristas que vienen a solicitar la compra al por mayor de dichos balones.

Debido a que el más del 92% de los hogares limeños usa el GLP como principal fuente de energía como se muestra en la Figura 1, y a la calidad de nuestro producto hubo un incremento significativo en la demanda de balones de GLP que tiene La Empresa, por lo cual el área de producción se encuentra en constante funcionamiento; sin embargo, la cantidad de balones envasados en un periodo de tiempo determinado es menor a la cantidad de balones solicitados en ese mismo periodo por nuestros clientes, causado por el aumento de pedidos.

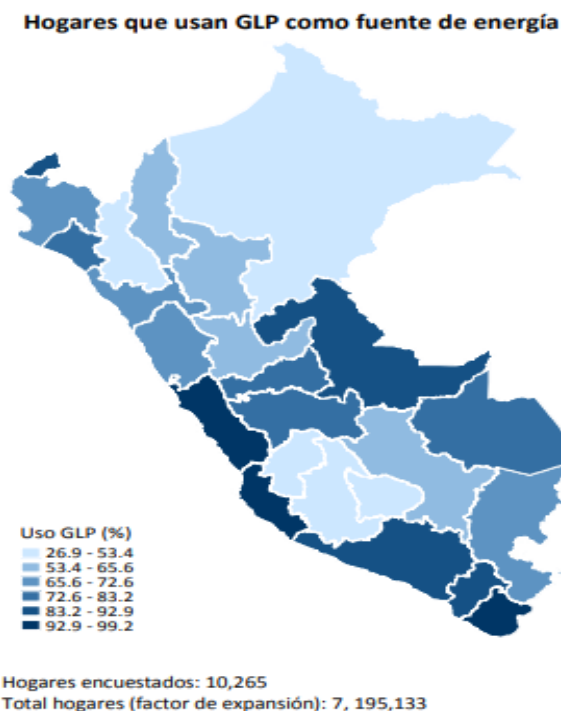


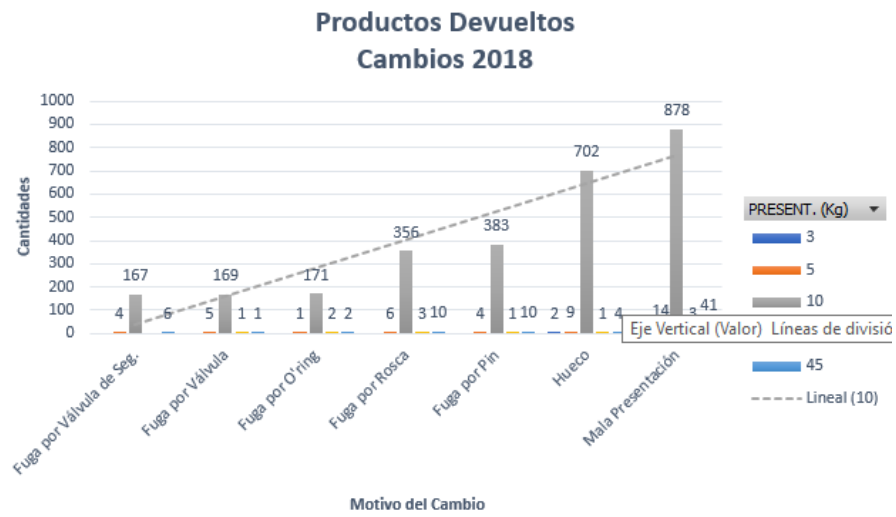
Figura 1: Hogares que usan GLP como fuente de energía

Fuente: (ERCUE, 2010-2011)

Esto genera una serie de problemas dentro del área de producción y situaciones a mejorar, principalmente la productividad en el envasado de GLP, al no poder cumplir con todas las entregas con el actual tiempo de producción debido a tres principales problemas:

Los reprocesos en la producción, son todos aquellos productos los cuales son retirados de la línea de producción o son devuelto por los clientes conocidos también como “cambios”, por presentar fallas con respecto a las características de los balones, como se aprecia en la Figura 2 Productos Devueltos Cambios 2018, por ejemplo: por tener demasiadas capas de pintura o estar mal pintados, problemas en alguna de las partes de la válvula de paso (Pin, O’ring, Hueco, Mala Presentación o Fuga por la Rosca), presencia de fugas en la brida para enrosque de la válvula y defectos presentados tanto en el cuerpo, asa y base de los cilindros a envasar. Asimismo, podemos comparar los cambios del 2018 en el Anexo 1.

Cuenta de OBSERVACIÓN



OBSERVACIÓN ▼

Figura 2: Productos Devueltos “Cambios 2018”

Fuente: Elaboración propia

Los tiempos en el cambio de lote de producción, debido a que la empresa cuenta con dos marcas con las cuales comercializa sus productos se pierde demasiado tiempo al realizar el cambio de lote de los productos, ya que se debe preparar el cambio de pintura, emblema, sello y válvula de llenado, ocasionando retrasos en la línea de producción, el tiempo que toma estos cambios se muestra en la figura 3. Notándose que el tiempo de cambio de un balón ESPECIAL es mayor a uno convencional.

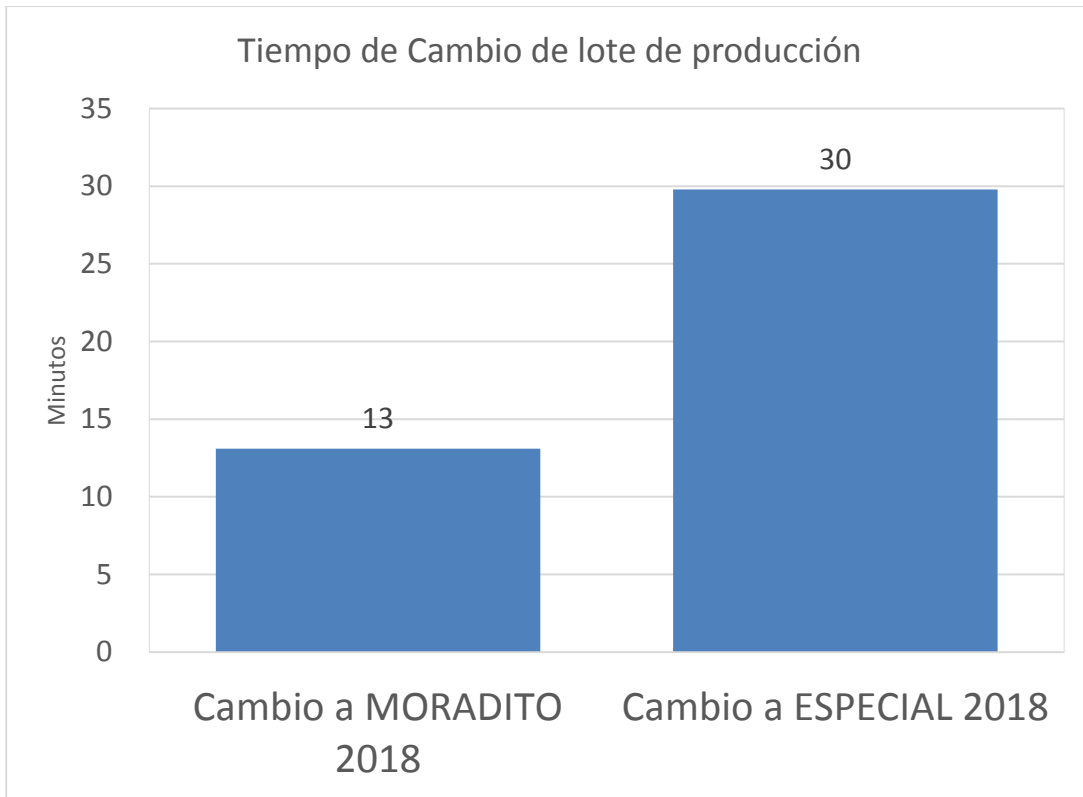


Figura 3 Tiempo de Cambio de lote de producción

Fuente: Elaboración propia

Consumo de recursos en la producción, debido a la presentación y condiciones de los cilindros entregados por los clientes hacia la empresa, ocasiona que algunos cilindros requieran un mayor consumo de recursos, en este caso de la pintura tal y como se muestra en la Figura 4. Ocasionando pérdidas para la empresa en tema de recursos utilizados para el área de producción. Igualmente se puede observar el consumo de otros Insumos en el Anexo 2, Anexo 3 y Anexo 4.

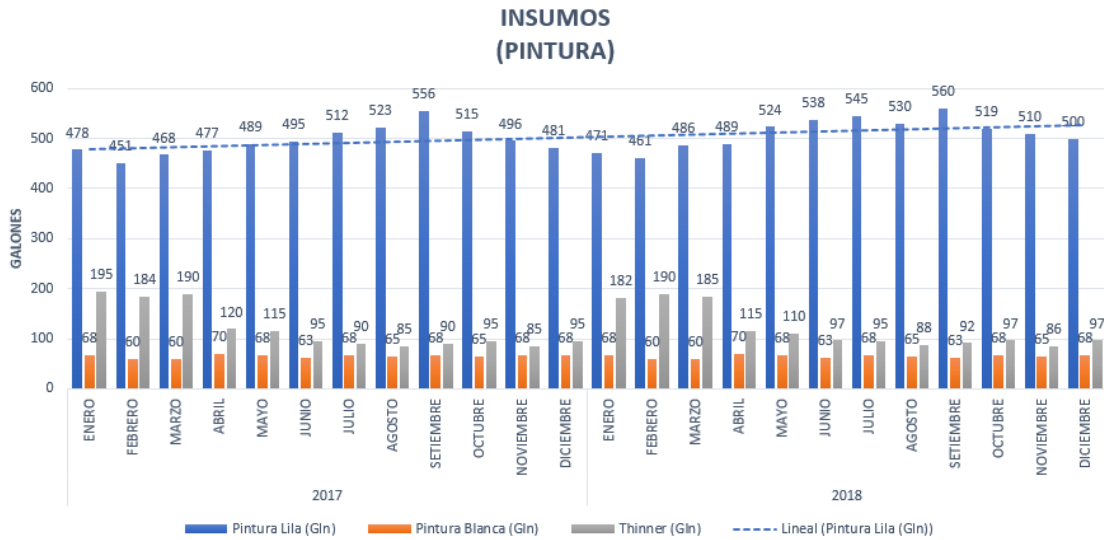


Figura 4: Insumos (Pintura)

Fuente: Elaboración propia

Debido a estos problemas se tiene que recurrir a sobretiempos, retrasos en las entregas de los balones de GLP, aumento de los costos de producción, e incluso al pago de penalidades por incumplir con los tiempos de entrega, entre otros.

Surgen diversas interrogantes al percatarnos de estos problemas, ¿el método utilizado tendrá tiempos muertos?, ¿el método de trabajo tendrá duplicidad de tareas?, sin embargo, estas interrogantes no solucionan los problemas expuestos, conseguir planes de mejora que al ser aplicados den los resultados favorables.

En conjunto con el jefe de planta y el Ingeniero de producción se determinó mediante un Fishbone las múltiples causas de la baja productividad, estas causas están mostradas en la Figura 5.

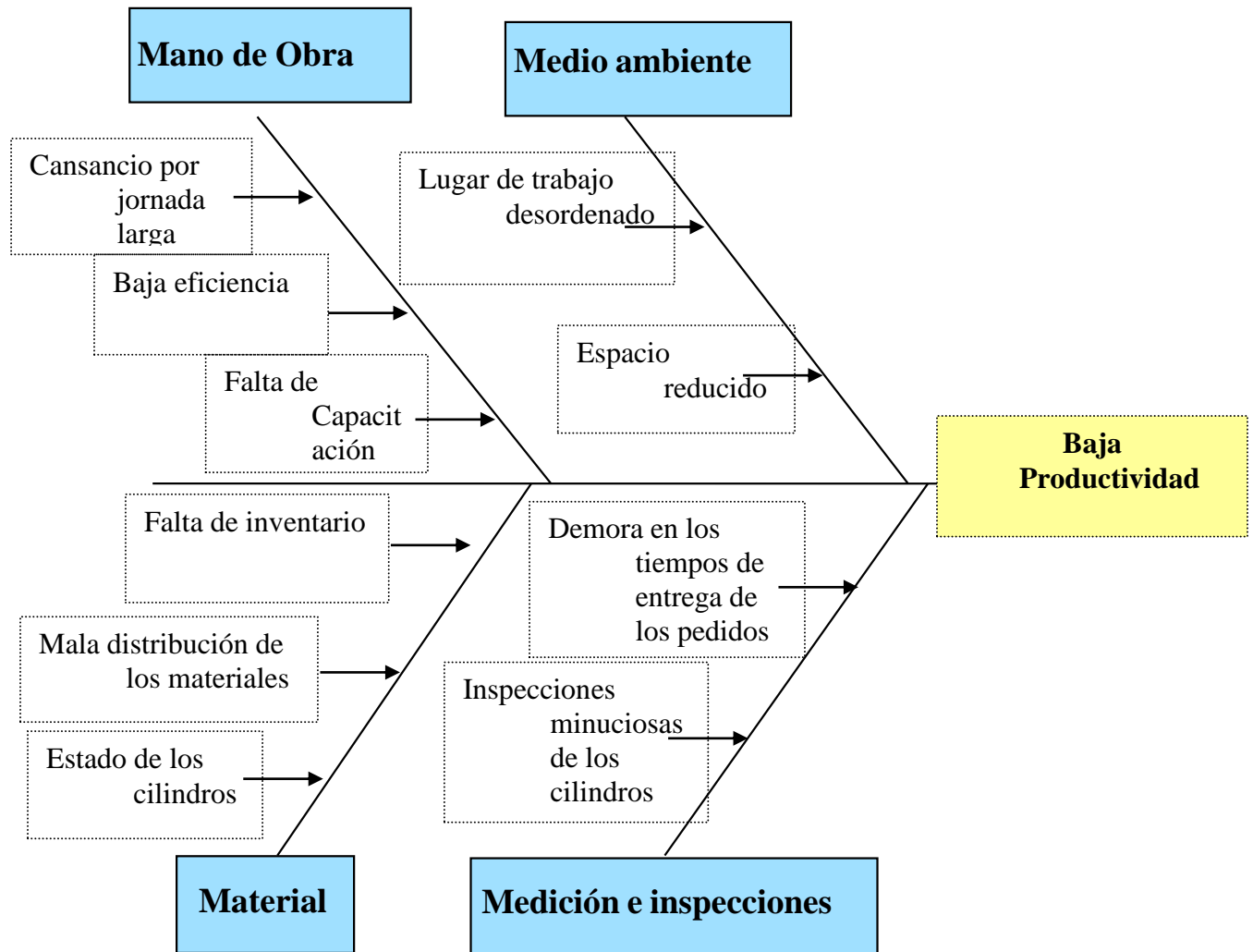


Figura 5: Fishbone

Fuente: Llamagas S.A.

Ante esto es importante analizar la situación actual de la empresa, determinando la máxima capacidad, que como primera medida se apliquen herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad y así poder ser una empresa competitiva y cumplir con la demanda de los clientes.

1.2 Formulación del problema general y específicos

Mayor detalle de la formulación del problema se puede encontrar en la matriz de consistencia (Anexo 5)

Problema General

¿De qué manera la implementación de las herramientas lean manufacturing mejora la productividad en una empresa envasadora de GLP?

Problemas específicos

- a) ¿De qué manera la implementación de las 8d's reduce los reprocesos en la producción?
- b) ¿De qué manera la implementación del SMED reduce los tiempos en los cambios de lote de producción?
- c) ¿De qué manera la implementación de las 5'S reduce el consumo de recursos en la producción?

1.3 Objetivos

Objetivo General

Implementar de las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en una empresa envasadora de GLP

Objetivos Específicos

- a) Implementar las 8d's para reducir los reprocesos en la producción.
- b) Implementar el SMED para reducir los tiempos en los cambios de lote producción.
- c) Implementar las 5'S para reducir el consumo de recursos en la producción.

1.4 Delimitación de la investigación.

Las limitaciones de la presente investigación son las siguientes:

Temporal: El periodo comprendido de la investigación, se llevó dentro de los meses de julio 2018 – junio 2019, considerando que el tiempo para realizar esta investigación fue delimitado por la Gerencia de Operaciones.

Espacial: El trabajo de investigación se realizó en una empresa ubicada en el distrito de villa el salvador que se dedica al envasado y comercialización de GLP.

Temática: El proyecto se enmarca en el mejoramiento continuo, para lo cual se utilizó la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad de envasado.

1.5 Justificación e importancia

De acuerdo a lo analizado y de obtener el ratio de productividad de seis meses anteriores a la investigación se concluye que debido al aumento de las ventas no se puede cumplir con las cantidades demandadas por los clientes sin hacer uso de sobretiempos, rotación de personal apoyando en las diversas áreas de la línea productiva (pivoteo de personal), por estos motivos se debe realizar la investigación para lograr un aumento de la productividad.

Teórica

La investigación se justifica teóricamente; porque contribuye al conocimiento del uso de las herramientas de Lean Manufacturing, como logro de desarrollo teórico de métodos y procedimientos que mejoraran el rendimiento de la empresa y obtener una mejora de la productividad.

Práctica

La investigación se justifica en forma práctica; porque los métodos de Lean sirven a identificar los retrasos y oportunidades de mejora habrá un ahorro en el tiempo de producción y a la vez en el costo de las actividades, asimismo la empresa evitará pagar penalidades por incumplimientos ni perderá oportunidades de venta con sus actuales y nuevos clientes.

Social

La investigación se justifica socialmente; porque al reducir los tiempos de producción, los trabajadores no tendrán necesidad de apoyar a la producción con sobretiempos, lo cual en el largo plazo generaría diversos problemas físicos. Aunque las horas trabajadas estén dentro del marco legal, evitar jornadas prolongadas mejorara la calidad de vida de los colaboradores de la empresa al compartir con la familia.

Económica

La investigación se justifica económicamente; porque al disminuir los reprocesos, uso de recursos y tiempos en el cambio de lote de producción aumentará la producción mensual, es decir mejorará el ingreso mensual.

Metodológica

La investigación se justifica metodológicamente; porque permite aplicar herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de una empresa, una vez demostrada la validez de la hipótesis, podrá ser utilizada en investigaciones futuras.

1.6 Viabilidad

- Se realizó una reunión con el jefe del área y sus colaboradores para analizar oportunidades de mejora.
- Se contó con la siguiente información:
 - . - Histórico de pedidos
 - . - Indicadores de eficiencia
 - . - Número de horas-hombre trabajadas
 - . - Historial de producción
- Se realizó un mapeo de los procesos
- Se utilizó las herramientas Lean Manufacturing
- Se notó actitud de cambio
- Se logró la aceptación por parte de ejecutivos y directivos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

Espinoza, M (2012), En su investigación plantea el uso de herramientas de Manufactura Esbelta, las cuales son descritas ampliamente en el primer capítulo, para poder aumentar el rendimiento de las líneas de envasado de lubricantes y poder aumentar la capacidad de producción de su planta.

Procede a evaluar aspectos más influyentes tales como: cumplimiento del programa de producción, reclamos, variedad de proceso e incidentes; logrando así identificar el área en la cual se debe realizar el estudio en mención y donde se obtenga mayor impacto que se refleje en mejores resultados.

Realiza las propuestas de mejora a través de herramientas aplicadas de Lean Manufacturing con el objetivo de mejorar los indicadores de productividad de las líneas de envasado de lubricantes.

Se enlistan los cambios propuestos, se realiza una comparación de la situación antes y después de la mejora, para finalmente, en el quinto capítulo, medir el impacto económico de la propuesta realizada. Se mide el ahorro en horas – hombre, por las mejoras realizadas y en base a ello se calcula la variación a través de indicadores monetarios. A su vez se revisa el impacto en la productividad derivado de la propuesta de mejora. (p. 9).

La tesis mencionada tiene relación con nuestra investigación dado que aplicaron herramientas de Lean manufacturing para lograr un aumento en la productividad mediante el ahorro de Horas Hombre.

Ramos, F (2012), En su investigación “planteo como objetivo desarrollar el análisis y la propuesta de mejora del sistema productivo actual de la empresa a través de la utilización de herramientas de manufactura esbelta” (p. 70).

El objetivo era disminuir los costos de operación, eliminación de actividades que no generan valor y el incremento de la disponibilidad, eficiencia y calidad de la línea seleccionada.

Las conclusiones fueron: la implementación de las 5S's, el mantenimiento autónomo y la eliminación de actividades innecesarias dentro del proceso productivo; asimismo se generó un cambio de actitud de los empleados hacia un lugar de trabajo limpio, ordenado, seguro, y agradable para trabajar.

La presente tesis permitió mejorar el proceso productivo mediante la eliminación de actividades innecesarias, esto genero un ambiente más ágil y ordenado para laborar.

Saaveda, L (2013), en su investigación obtuvo la propuesta para la correcta distribución de los equipos lo cual influye de manera positiva en el desplazamiento de los operarios con respecto al transporte de la materia prima y del producto terminado.

Los problemas identificados en el proceso de producción de mango fresco fueron las existencias de operaciones que no agregaban valor al producto y transporte innecesario. Además, se detectó desperdicios por procesamiento incompleto y retrasado, en las áreas de selección y empaque del mango.

Con la estandarización de trabajo y el ajuste de ritmo de trabajo se logró incrementar la producción en 0.5 pallet/hora, mejorando la productividad del proceso respecto del tiempo y mano de obra utilizados, ya que se continuará utilizando la misma cantidad de ambos recursos.

El beneficio que implica la propuesta de mejora es un incremento de los ingresos de 17%, en promedio, respecto del ingreso total de años anteriores (p. 4).

La presente tesis permitió mejorar la distribución de los equipos con el fin de ahorrar tiempo durante las operaciones productivas con el fin de mejorar de productividad.

Gallegos, A (2016), en su tesis concluyó que: la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing ayudó a solucionar el origen de los principales problemas en el proceso de empaque.

Para cada problema existió en la empresa hubo una herramienta del Lean que permitió resolverlo, además la limitación principal que se manifestó durante la ejecución de la investigación fue un tema de actitud por parte del personal.

Para implementar las herramientas de Lean Manufacturing y cambiar todo un sistema de trabajo se tiene que tener en claro los objetivos y apoyo de la dirección ya que sin estos elementos la implementación no se podrá ejecutar de una manera eficiente. (p. 124).

De la presente tesis se concluyó que las herramientas de Lean Manufacturing ayudan a estandarizar los procesos y mejorar los indicadores de producción.

Gonzales, G (2017), en su tesis concluyó que la empresa maneje un sistema de producción tipo Pull que permita disminuir los inventarios en proceso al reducir el número de unidades que son procesadas al día

Se decidió elaborar una simulación con base a la metodología de la herramienta de manufactura esbelta Kanban, manteniendo la distribución presentada en el software Winqsd cuya programación permita que el sistema funcione únicamente bajo pedidos. Los beneficios se manifiestan en la cantidad de unidades totales que se contiene diariamente como inventario en proceso los cuales descienden de un total de 1743 a 131 para el total de puesto de trabajo.

Esto da como resultado una reducción con referencia al proceso actual de un 92,48% para el modelo Kanban, lo cual representa un ahorro en recursos utilizados y costos de producción (p. 238.).

Castellanos, S (2001), En su tesis concluyo que “para poder logra implementar la filosofía de Lean Manufacturing y lograr el progreso de una línea de producción es de suma importancia que los expertos de la línea, es decir los trabajadores, sean incluidos en la mejora, al sentirse motivados y parte del proyecto el trabajador contribuirá para que se pueda implementar dicha filosofía.” (p. 96).

2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Lean Manufacturing

2.2.1.1 Concepto Lean

Martín, M (2010) en su investigación nos hace mención que: “Lean no solamente es un conjunto de prácticas y herramientas. Las cuales desprenden un conjunto de principios los cuales debe conocerse en la cultura de las organizaciones. Lean envuelve la transformación de la organización, empezando principalmente por la acogida de sus principios”. (p. 268).

Una representación gráfica sobre los elementos característicos del sistema Lean es “La Casa”. La cual se muestra en la FIGURA 6 es un extracto de la casa de Lean expuesto por Lean Solutions. En el cual nos representa los pilares que sostienen la calidad, menor coste, y menor tiempo de entrega en producción, sin dejar de lado la seguridad. Todo esto basado en la mejora continua y en diversas filosofías japonesas que nos orientan al logro de nuestras metas.



Figura 6: Casa Lean

Fuente: (Solutions, 2001)

2.2.1.2 Concepto del Lean Manufacturing

Padilla, L (2010), Se entiende por Lean Manufacturing al conjunto de técnicas desarrolladas por TOYOTA con la finalidad de optimizar los procesos productivos de cualquier industria, sin importar el tamaño o el rubro de esta. Una interpretación al español sería manufactura esbelta, debido a que se realiza el proceso productivo de la manera más eficaz. (p. 64-69)

Padilla, L (2010), Es una filosofía de mejora de procesos de manufactura centrada en suprimir actividades que no generen algún valor productivo en el proceso. Esto ayudara alcanzar resultados rápidos en la rentabilidad, competitividad y productividad de la empresa, generando valor a cada actividad efectuada y suprimiendo actividades innecesarias, se puede inferir que las empresas en la actualidad pueden mejorar sus actividades de producción, siempre y cuando estén dispuestas a acoplarse a nuevos métodos, los cuales pueden aportar a la innovación y la mejora continua. (p. 78-84)

2.2.1.3 Objetivos del Lean Manufacturing

Díaz del Castillo, F (2009), Los objetivos fundamentales del Lean Manufacturing es la adquisición de una filosofía de mejora continua que permita a las organizaciones disminuir sus costos, mejorar procesos y suprimir los desperdicios para poder conservar el margen de utilidades e incrementar el nivel de satisfacción de los clientes (p. 1).

2.2.1.4 Impacto del Lean Manufacturing

Cadavid, L (2008), en su investigación “nos hace mención de que muchas empresas han mejorado drásticamente sus resultados y competitividad aplicando el Lean Manufacturing en sus organizaciones”. (p. 3).

Nos presenta Dos casos los cuales justifican este argumento:

Porsche AG: la fábrica alemana de autos deportivos implemento la filosofía Lean en el año 1991. En un corto periodo de 5 años pudo duplicar la productividad operativa, reduciendo en un 90% de los defectos en fracción de sus proveedores y mejorando su producción con excelente calidad en más del

55 %. En 1997 lanzo dos productos manufacturables después de un periodo de 3 años de desarrollo, disminuyendo el espacio requerido para manufacturar a la mitad, reduciendo el tiempo de respuesta de insumos a productos finalizados de un mes a tres días y redujeron el inventario de partes en 90%.

Dell Computer: El patrón directo que DELL usa integra los principios del TPS (Estatus de Protección Personal o Temporary Protection Status) y adicionar algunos patrones propios. El descargo de las fábricas se mide diariamente con otras que están ubicadas en el extremo oriente.

Dell espera que la producción de valor por trabajador aumente en un 3 o 4 % cada tres meses. En vez de implementar un ritmo de producción, Dell incrementa el ritmo de producción. Por ende, la empresa tiene que crear capacidades que mejoren consecutivamente y se basen en principios Lean, a tal grado que manejan un equipo de 80 personas enfocadas a identificar formas de mejorar la productividad.

2.2.1.5 Tipos de desperdicios

Alukal, G & Manos, A (2006), Como terminación básica Desperdicio es cualquier proceso, actividad, material u operación dentro de la organización que generan gastos y no aportan ningún valor al producto. También hacen referencia en que los desperdicios llegan a tener un impacto en lo que es la entrega, costo y calidad del producto o servicio. En concluyente la eliminación del desperdicio hace que la satisfacción, rendimiento, rentabilidad y eficiencia del cliente incremente. (p. 256-266)

Para estos autores el potencial humano no explotado, movimientos innecesarios, sobre stock de inventario y paros no planificados son referencias de desperdicio.

Según el Lean los despilfarros del gamba se originan por 8 causas mostradas en la Figura 7:



Figura 7: Los 8 Desperdicios

Fuente: Alukal, G & Manos, A (2006) (p.31).

Alukal, G & Manos, A (2006), Nos hace mención de los 8 desperdicios, los cuales se describirán a continuación, estos desperdicios nos generan mayor tiempo desperdiciado en realizar tarea que no generan valor o en realizar de manera ineficaz e ineficiente las actividades las cuales son descritas:

Tabla 1: Tipos de desperdicios

Desperdicio	Descripción
Sobreproducción	Realizar más productos en menos tiempo de lo que solicita el cliente o es requerido en el proceso siguiente, se le puede definir también como producir más de lo que se necesita.
Tiempo de Espera	Es el tiempo en el cual el personal, maquinaria, materiales o información que se encuentran inactivos por estar esperando ya sea por falta de comunicación, averías en las maquinas o falta de materiales.
Transporte	Se puede considerar al movimiento de información, materiales, productos desde o hacia el almacén que no aportan a la producción.
Movimientos Innecesarios	Es cualquier acción que los operarios o maquinarias realizan, pero no generan ningún valor al producto o servicio.
Sobre procesamiento	Es la ejecución de esfuerzo o procedimiento innecesarios que no generen ningún valor agregado al producto o servicio desde el punto de vista del cliente.
Defectos	Son aquellos productos que necesitan re inspeccionarse, reprocesarse o sustituirse, que son devueltos por el cliente por no cumplir con las expectativas del cliente. Hace referencia a la pérdida de recursos utilizados para poder generar un producto o servicio defectuoso, ya que se emplean materiales, tiempo, maquinaria y personal además que no le genera ningún valor al cliente.
Personal	Es no saber sacar el máximo provecho a las habilidades que posee la gente (mentalidad, habilidad, creatividad, experiencia, innovación, etc.).
Exceso de Inventario	Es el exceso de producto, materiales en almacenamiento del que se necesita para poder cumplir con la demanda del cliente.

Fuente: Elaboración propia, con indagación de Alukal, G & Manos, A (2006)

2.2.1.6 Herramientas Lean Manufacturing

Alukal, G & Manos, A (2006) “El Lean Manufacturing está compuesto por diversas herramientas, cada una de ellas enfocada en solucionar alguno de los 8 desperdicios previamente mencionados. A continuación, se procederá a dar la definición alguna de ellas.” (p.266)

- 5’S:

Rey Sacristan, F, (2005), esta herramienta es “un programa de trabajo para talleres y oficinas que consta en generar actividades de orden y limpieza, detección de irregularidades el área de trabajo, permiten la participación de todos a nivel individual o grupal, mejorando la seguridad de las personas, productividad, equipos y ambiente de trabajo.” (p.17)

Aldavert,V & Aldavert , L, (2016), “Son una herramienta mundialmente conocida gracias al impacto y cambio que genera tanto en las empresas como en las personas que la desarrollan” (p.15-17)

Aldavert,V & Aldavert , L, (2016), Hay 5 etapas que se dividen en 2 fases, la fase Operativa y las fases funcionales que se muestra en la Figura 8

Fases de implementación	Las 5S	5S en japonés	5S en castellano	Representación gráfica
Eses Operativas	1ªS	<i>Seiri</i>	Seleccionar, Eliminar, Reducir	
	2ªS	<i>Seiton</i>	Ordenar, Clasificar, Identificar	
	3ªS	<i>Seiso</i>	Limpiar, Sanear, Anticipar	
Eses Funcionales	4ªS	<i>Seiketsu</i>	Estandarizar, Normalizar	
	5ªS	<i>Shitsuke</i>	Auditar, Autodisciplina, Hábito	

Figura 8: Elementos de las 5S

Fuente: Aldavert, Vidal, Lorente, & Aldaver, 2016 (p. 19).

- . - Primera Etapa (SEIRI – Seleccionar): es remover todas las cosas que no necesitamos y se encuentran presente en nuestra área de trabajo.
- . - Segunda Etapa (SEITON – Organizar): es organizar todas las cosas necesarias para desarrollar nuestro trabajo, fijando un lugar determinado para cada cosa.
- . - Tercera Etapa (SEISO – Limpiar): es limpiar y eliminar básicamente la suciedad.
- . - Cuarta Etapa (SEIKETSU – Estandarizar): consta en que las actividades y procedimientos se efectúen continuamente.
- . - Quinta Etapa (SHITSUKE – Seguimiento): es convertir en un hábito las actividades de las 5'S y asegurar que se conserven las áreas de trabajo.

La aplicación de las 5S va de la mano con el Poka-Yoke el cual busca reducir los errores por parte del factor humano.

Aquí se muestra un check list donde se revisan las acciones tomadas por los trabajadores que generen un mejor trabajo y evite errores por factor humano.

Tabla 2: Inspecciones realizadas con el enfoque Poka-Yoke

Uso	Descripción
1	Confirma la calidad en el puesto de trabajo
2	Genera conocimiento de las operaciones para los operarios
3	Reduce la posibilidad de que se comentan errores
4	Evita los accidentes que pueden ser generados por la distracción
5	Elimina actividades que dependen de la memoria
6	Independiza la mente del personal permitiendo que su creatividad se desarrolle.
7	Es un sistema sencillo y económico

Fuente: Elaboración propia, con indagación de (Socconini, 2008)

La aplicación de las 5'S apoya al Kanban para así poder controlar de manera efectiva la Producción.

Rajadell, C & Sanche, G (2010), "existen dos tipos de Kanban los cuales son de producción y de transporte". (p.195)

Tabla 3: Tipo de Kanban

Tipo	Descripción
Producción	Referencia a qué y cuánto se debe producir para siguiente proceso.
Transporte	Referencia a qué y cuánto insumos se retirarán del anterior proceso.

Fuente: Elaboración propia, con indagación de (Rajadell Carreras & Sanchez Garcia, 2010)

Con ayuda de esta herramienta se puede:

- . - Disminuir tiempos en cambio de productos
- . - Mejorar el orden y limpieza
- . - Mejorar la calidad
- . - Mejorar la capacidad de producción
- . - Generar mejores condiciones de trabajo y ergonomía.
- . - Mejorar la comunicación

Durante la implementación se debe estar dispuesto a aceptar los cambios, actitud positiva para poder generar un ambiente cooperativo.

- Metodología 8 D's (8 Disciplinas)

Socconini, L (2008), "Las 8 Disciplinas son utilizadas para determinar soluciones eficaces para cualquier problema. Los orígenes de esta metodología surgen de 1980 en la empresa Ford, siendo conocida como Tops: Team Oriented Problem Solving". (p.98)

Bosch, G (2013), "la metodología 8D es usada para identificar y corregir problemas que se dan con más asiduidad en las empresas; siendo de gran utilidad en la mejora de productos y procesos". (p.116)

Establece una práctica estándar basada en hechos y se concentra en el origen del problema mediante la determinación de la causa raíz.

Se emplea principalmente en: problemas de seguridad y calidad, quejas de clientes, costos elevados de garantías y por rechazos internos en cantidades inaceptables.

Las 8 Disciplinas implementadas y con el correcto seguimiento ofrecen oportunidades de mejora, dentro de estas ventajas están:

- Mejorar el enfoque de la empresa
- Tener registro de eventos y contar con una mayor variedad de opciones de solución ante cualquier contratiempo
- Se cuenta con un análisis de causa Raíz
- Oportunidad de realizar cambios en el sistema o Standard Work
- Mejora la comunicación para la resolución de problemas

Para graficar los pasos de la metodología 8D y compararlo con otras metodologías, se muestra en la Figura 8 la relación con los procedimientos de probada eficacia para la resolución de problemas como PDCA, Six Sigma y Toyota Business Practices (TBP); aquí se observa que todas estas metodologías se pueden presentar en forma de una estructura común. Se muestra que las secuencias de tareas básicas son las mismas, independientemente del procedimiento o metodología.

La principal diferencia de las 8 Disciplinas con los demás métodos es que esta metodología recupera la información y establece medidas en corto plazo. Pues las empresas manufactureras muestran síntomas de los problemas mucho después de haber pasado por la línea de producción, y un correcto registro histórico de eventos permite facilitar la correcta determinación de la causa Raíz.

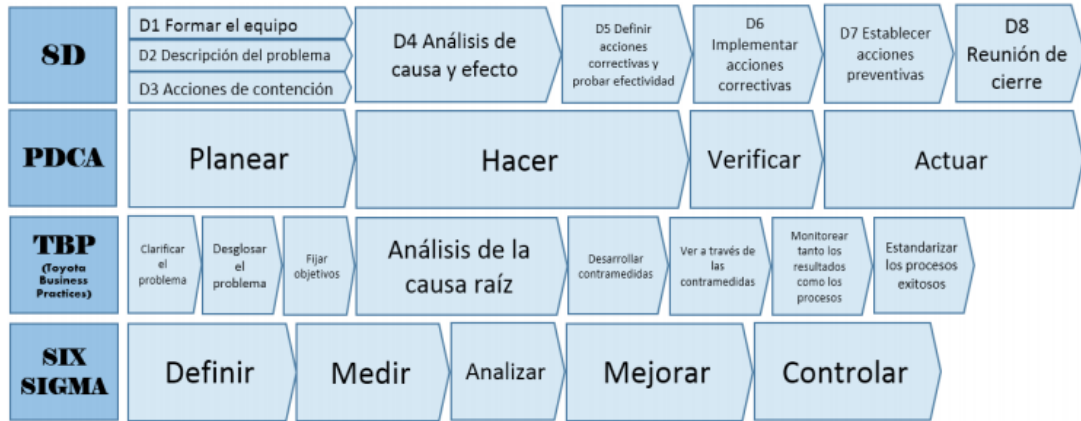


Figura 8: Comparación de las metodologías para la solución de problemas

Fuente: BSH Electrodomésticos (2013)

Las 8 Disciplinas consisten en:

- D1: Formar un equipo de trabajo: empleando un equipo funcional de cruz (CFT) el cual está conformado por miembros de distintas carreras o áreas de la empresa. Para poder aplicar distintos enfoques y técnicas
- D2: Determinar el problema: Describir correctamente el problema mediante la información recolectada y categorizarla mediante gráficos y herramientas como: Pareto, 5 ¿por qué?, diagrama de Ishikawa y el ciclo Demenig
- D3: Contención de acción: Aplicar una acción provisional que debe ser aplicada solo hasta la aplicación de la medida correctiva final.
- D4: Análisis de las causas: Tras determinar las causas iniciales con los 5 ¿Por qué?, y evaluar si se encontró la causa raíz del problema es necesario hacer un cuadro comparativo entre la situación actual y lo que se pretende obtener. A la vez evaluar mediante diagramas de flujo los cuellos de botella.
- D5: Acciones correctivas permanentes: Al haber determinado la causa raíz del problema se debe establecer los estándares del producto o servicio, realizar un análisis de riesgo, seleccionar la mejora definitiva y evaluar la eficacia de la mejora.

- D6: Implementar y dar seguimiento a la acción correctiva permanente: Se debe tener una buena comunicación entre las áreas involucradas, que estén enteradas de la causa raíz y consecuencias del problema, para ello se debe desarrollar el plan de ejecución, comunicar el plan y validar la mejora mediante evaluaciones y estándares.
- D7: Prevención de problemas: Se debe establecer el nuevo procedimiento a diversos puestos de trabajo, con el objetivo de evitar se repita el mismo problema en otras líneas o áreas. Mediante el desarrollo de procedimientos de mejora continua e implementación de estándares de trabajo.
- D8: Cierre y reconocimientos de esfuerzos de los involucrados: Darle importancia al trabajo realizado por los involucrados con el fin de incentivarlos a solucionar problemas y proponer mejoras, esto permite generar un historial para futuras referencias, documentar las mejoras, comparar el antes y el después.

- SMED:

En inglés significa *Single Minute Exchange of Die*, es una metodología usada para reducir los tiempos en los cambios de lote de producción. Para ello se identifica los tiempos de preparación con máquina parada (Interna) y con máquina en movimiento (Externa)

Shingo, S (1990),” La estructura de la producción puede ser mejor entendida como redes de procesos y operaciones” (p. 5).

Y tal como se muestra en la Figura 9. Una operación es una acción realizada por máquina o trabajadores sobre la materia prima, producto intermedio o producto terminado. Y el proceso es un flujo continuo donde la materia prima se convertirá en un producto final

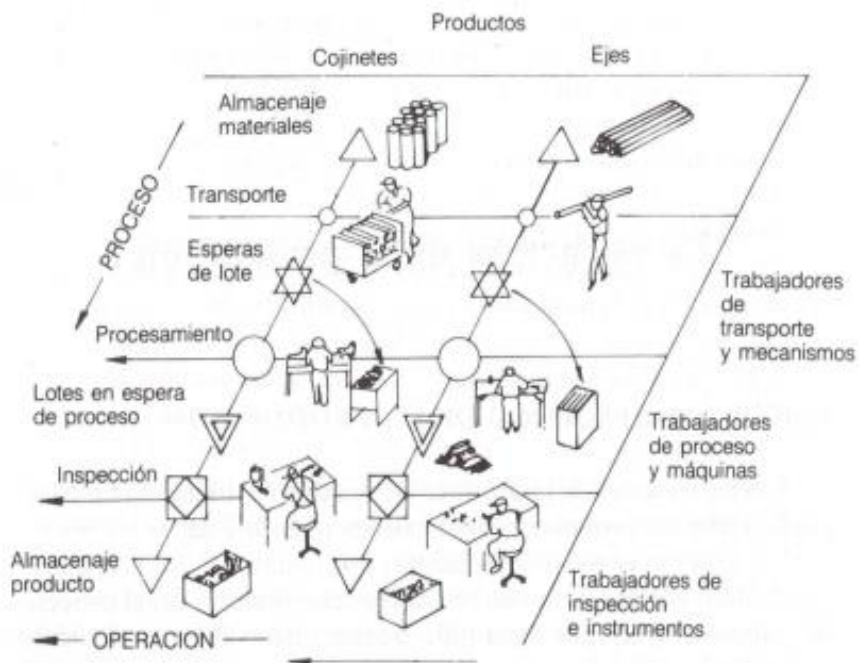


Figura 9: Estructura de la Producción

Fuente: Shigeo Shingo, 1990 (p. 6).

Sin embargo, cabe resaltar el tiempo de preparación, el cual se realiza de manera previa a las actividades que generan valor al producto, como se ve en la formula.

$$\text{Tiempo de preparación} = \text{Tiempo de preparación interna} + \text{tiempo de preparación externa}$$

Los tiempos de preparación internos y externos deben ser diferenciado y separado. Son reducibles mediante mejora de métodos. Se debe convertir la preparación interna en externa

Con esto se obtiene la disminución de tiempo de cambio lo cual se refleja en un aumento de tiempo disponible para producir más.

Como en el caso de otros métodos de trabajo, se hace uso de diversas técnicas, siendo ellas:

- Análisis paretiano: destinado a diferenciar “los muchos triviales de los pocos vitales”. También conocido como el 80-20 donde se

determina que actividades consumen la mayor parte del tiempo y de los recursos.

- Las preguntas clásicas: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué?, respectivo para cada respuesta, con la finalidad de reordenar las tareas y enfocarse en lo principal
- Los cinco ¿Por qué? sucesivos: Esta técnica está fundamentalmente enfocada en la búsqueda de la causa raíz, y con esto se llega a la causa de las demoras o problemas de una manera precisa.

2.2.2 Productividad

Carro, P & Gonzales G. (2010), se puede definir como:

La relación entre los productos finales y todos los recursos empleados a para realizarlos, teniendo presente la eficiencia y eficacia en el proceso. De tal forma la administración y recursos usados para producir será quienes definan la capacidad productiva del proceso, teniendo presente que cualquier cambio ajeno en el sistema de producción pueden ocasionar cambios. Las organizaciones deben enfocarse en el desarrollo político y procedimientos para poder incrementar la producción centrados en el correcto uso de recursos y la mano de obra empleada, siendo un enfoque que no se puede descuidar en la función de controlar el proceso.

Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlos (entradas o insumos) (p.3).

Es decir:

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

Para poder aumentar la productividad, se debe enfocar de que la relación salidas a entradas debe ser la más grande posible.

Carro, P & Gonzales G. (2010), menciona:

La productividad se puede medir en dos direcciones, el primero es comparar las operaciones semejantes al mismo sector. La otra forma es medir la productividad de sus mismas operaciones con respecto al tiempo. Si se trata de generar un aumento de la productividad, la organización debe enfocarse al trabajo de los desperdicios, se le conoce también como desperdicios a todas aquellas actividades que no generan un valor al producto final por perspectiva al cliente, de tal forma que se genere que la administración de los procesos sea tendiente a producir un valor al producto sin la necesidad de desperdiciar recursos (p. 10).

2.2.2.1 Medición del trabajo

Salazar, L (2006), es la ejecución de técnicas para identificar el tiempo que interviene un trabajador con experiencia para llevar a cabo una tarea definida, desarrollando según las normas preestablecidas por la empresa. La medición del trabajo sirve, para investigar, suprimir y disminuir los tiempos improductivos, es decir el tiempo en el cual no se genera ningún tipo de valor. Una función extra es la fijación del tiempo estándar, por lo tanto, es una herramienta indispensable en la ingeniería de métodos (p. 2).

2.2.2.2 Estudio de tiempo

Salazar, L (2006), el estudio de tiempos es una herramienta de medición del trabajo para poder anotar los tiempos y ritmos de trabajo relacionados a un área específica, ejecutándola en condiciones específicas y poder analizar los datos con el resultado de entender el tiempo requerido dicha tarea según las normas establecidas por la empresa. (p. 3).

El estudio de tiempos es una herramienta de suma importancia debido a que nos permite incrementar la productividad y la planificación de las actividades para su eficaz cumplimiento con la característica de disminuir el consumo de los recursos para la ejecución de los mismos.

2.2.2.3 Herramientas para el estudio de tiempos

a) Estudio de tiempos con cronometro

Salazar, L (2006), esta herramienta consiste en determinar el tiempo y emplearlo para la ejecución de una actividad exigible o normal. Mediante su valoración de actividad mediante su observación. En primera instancia el cronometraje es una descomposición de la operación en partes, por lo tanto, se debe tener en claro una serie de conceptos: (p. 4).

. - Elemento: es la parte delimitada de una actividad determinada que se escoge para facilitar el análisis, observación y medición.

. - Ciclo: Ciclo de trabajo es la relación de elementos fundamentales para la ejecución de una tarea y obtener una unidad de producción.

b) Tabla de Westinghouse

García, C (2005), “la tabla de Westinghouse indica el número de observaciones necesarias en relación de la duración del ciclo, y del número de partes fabricadas al año, es ejecutada normal mente en operaciones monótonas (repetitivas)” (p. 208).

Este método considera 4 factores a evaluar, esfuerzo, habilidad, consistencia y condición. La eficiencia total se obtiene sumando las evaluaciones de los cuatro factores a una constante”

La tabla 4 muestra una tabla de Westinghouse que nos proporcionara el número de observaciones necesarias

Tabla 4: Tabla de Westinghouse

Cantidad de tiempo por pieza o ciclos: es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10,000 por año	1,000 a 10,000	Menos de 1,000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.020 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
Menos de 0.002 horas	140	80	60

Fuente: (García Criollo, 2005)

c) Suplementos del estudio de tiempo

Salazar, L (2006), son tolerancias que se ponen para poder compensar la fatiga que se presenta al momento de realizar una actividad, incluso cuando la actividad es eficaz, practico y económico. De igual forma se observa el uso de suplementos para las necesidades personales para los trabajadores. (p.15)

Los factores de suplementos son:

- . - relación con el individuo
- . - relación con la naturaleza del trabajo
- . - con el medio ambiente

Tiempo Promedio

García, C (2005), “El tiempo promedio consiste en la media aritmética de todas las observaciones realizadas con el cronometro en las estaciones de trabajo”. (p. 210)

$$Tiempo\ promedio = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{numero\ de\ observaciones}$$

Tiempo Normal

García, C (2005), “Es el tiempo que demora a un operador a ritmo cómodo en producir una parte o realizar una actividad”. (p. 210)

$$Tiempo\ normal = \frac{calificacion\ de\ la\ actuación}{100} \times tiempo\ promedio$$

Tiempo estándar

García, C (2005), “El tiempo estándar es el tiempo que un operario necesita para poder ejecutar una unidad de producto, se debe considerar el ritmo de trabajo y suplementos. Con el tiempo estándar se calcula el tiempo total del proceso”. (p. 210)

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + suplementos\ u\ Holguras)$$

Tiempo Takt

García, C (2005), “El takt time es el tiempo en que se obtiene la unidad del producto. Se utiliza para establecer el tiempo que se demora para terminar una unidad para satisfacer la demanda”. (p. 210)

$$Takt\ time = \frac{Tiempo\ disponible\ de\ trabajo\ por\ turno}{Demanda\ del\ cliente}$$

2.2.2.4 Balance de línea

Chase, B & Aquilano, J (2009) el balancear una línea se trata de delegar las tareas a una serie de estaciones de trabajo de manera que cada una de ellas no cuenten con más de lo que puedan realizar en el tiempo del ciclo de perteneciente a la estación de trabajo y del tiempo no asignado (inactivo) de cada estación de trabajo. La correlación entre las actividades impuestas por el producto y las tecnologías del proceso dificultan el problema (p. 227).

Esto se le conoce también como relación de precedencia, la cual detalla el orden en que se deben ejecutar las actividades dentro del proceso.

Los pasos para balancear una línea con sencillos (B.Chase, Jacobs, & J. Aquilano, 2009):

- a. Especificar la progresión de las relaciones de cada actividad haciendo uso de un diagrama de procedencia (DOP o DAP)
- b. Calcular el tiempo de ciclo (C) que necesiten cada estación
- c. Calcular el mínimo número de estaciones de trabajo que se necesiten para cumplir en el límite de tiempo del ciclo de cada estación de trabajo.
- d. Escoger la primera regla que se deberá utilizar para delegar las actividades de las estaciones de trabajo y la segunda para poder quebrar los empates.
- e. Delegar las actividades de la primera estación de trabajo hasta que la adición de los tiempos de las actividades sea igual al tiempo del ciclo de la estación y trabajo.
- f. Evaluar la eficiencia del balance generado.
- g. Si la eficiencia no es la deseada, implementar otra regla de decisión. (B.Chase, Jacobs, & J. Aquilano, 2009)

2.3 Definición de términos

- **Mantenimiento Productivo Total:**

Aguilar, C (2016), “La función de esta herramienta es transformar las actividades de mantenimiento en actividades productivas, mediante la eliminación de actividades de paro”. (p.26)

- **Manufactura:**

Mendoza, A (2018) “Es un proceso ordenado y sistemático mediante el cual con ayuda del hombre y/o de la máquina se puede tener un producto transformando la materia prima en un producto semi-elaborado o en un producto final”. (p.16)

- **Pivoteo de personal:**

Craig, A (2016), Es el manejo de personal que cumple diversas funciones dentro de la plana según la necesidad que se presente por falta de personal o para apoyar a distintas etapas”. (p.30)

- **Método Kaizen:**

Geoffrey, M (2006) los síntomas del Kaizen se presentaron como círculos de calidad, los cuales se centraban en solucionar problemas de calidad que perjudicaban la constante producción. Los círculos de calidad estaban conformados por el equipo de trabajo que analizaba el problema se identificaba la raíz, dando solución y ejecutándola. (p.45)

El Kaizen tiene la finalidad de mejorar rápidamente un proceso utilizando las herramientas de permiten disminuir desperdicios, mejorando la calidad y las condiciones de trabajo.

- Kanban:
Rajadell, C & Sanchez G (2010), “es un sistema de programación y control de la producción, centrado en tarjetas. Consta que cada proceso posterior toma lo que necesita del anterior y solo procesa las partes que tomó, como resultado se genera un sistema de producción sincronizado” (p. 10).

- Poka – Yoke:
Socconini, L (2008), “se conoce también como a prueba de errores, es una herramienta que nos ayuda a evitar los errores humanos. Hace mención que esta herramienta facilita la inspección al 100%, previniendo posibles defectos o tomando las acciones necesarias cuando estas se manifiestan”. (p.112)

- Granallado:
Kalpakjian, S & Schmid, S (2002), “Es un Proceso mediante el cual la superficie de la pieza se golpea en forma repetitiva con una gran cantidad de granalla (pequeñas bolas) de acero colado, que producen penetraciones traslapadas en la superficie”. (p.50)

- Tara:
Revuelta, M (2019), “Es el peso del balón de GLP sin incluir el peso del producto, se pone el peso de balón como cero para poder determinar el peso del contenido”. (p. 25)

- Gemba:
Aldavert, L & Aldaver, X (2016) Gemba significa: “el espacio de trabajo donde generaremos nuestro valor” (p. 29).

CAPITULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

La Hipótesis principal y secundaria es mostrada en la matriz de consistencia (Anexo 5)

Hipótesis general

La implementación de las herramientas lean manufacturing mejora la productividad de la empresa envasadora de GLP.

Hipótesis específicas

- a) La implementación de las 8d's se reduce los reprocesos en la producción.
- b) La implementación del SMED se reduce los tiempos en los cambios de producción.
- c) La implementación de las 5'S se reduce el consumo de recursos para la producción.

3.2 Variables

3.2.1 Definición conceptual de las variables

Variables Independientes (X): Implementación de herramientas de Lean Manufacturing

Julio F. (2012) "El Lean Manufacturing es un conjunto de pasos y técnicas diseñadas para aumentar la producción en general, reduciendo mudas o desperdicios y usando inventarios mínimos de suministros, materia prima, producto en proceso y producto terminado". (p. 10).

Variables Dependientes (Y): Productividad

Roger G. Schroeder (2009), "La productividad es una relación entre el volumen obtenido por una línea de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla" (p. 533).

3.2.2 Operacionalización de las variables:

Tamayo, L & Tamayo, M (2003) Las definiciones operacionales son esenciales para realizar cualquier investigación, dado que los datos deben ser recolectados en términos de hechos observables y medibles.

La definición operacional de cada variable identificada en el estudio representa el desglosamiento de la misma en aspectos cada vez más sencillo que permitan la máxima aproximación para poder medirla, estos aspectos se agrupan bajo las denominaciones de dimensiones, indicadores y de ser necesarios subindicadores. (pp. 147-148)

La operacionalización de las variables nos permite aplicar la definición conceptual en el área de investigación

En el Anexo 6 se muestra la tabla de Operacionalización de variables donde se muestran las dimensiones e indicadores explicados a continuación.

Variable X: Implementación de herramientas de Lean Manufacturing

Se define operacionalmente como la adquisición de la filosofía de mejora continua que permite a la empresa mejorar procesos y suprimir desperdicios.

Dimensión 1: Implementación de las 8 Disciplinas

Las 8 Disciplinas es una metodología Sistemática que identifica, corrige y elimina problemas.

Indicadores:

Se implementa / No se implementa

Dimensión 2: Implementación del SMED

Es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos

Indicadores:

Se implementa / No se implementa

Dimensión 3: Implementación de las 5S

Filosofía conformada por 5 pasos que ayudan a la mejora de procesos

Indicadores:

Se implementa / No se implementa

Variable Y: Productividad

Se define operacionalmente como la relación entre los productos finales (balones envasados) y todos los recursos (pintura, GLP, etc.) empleados dentro del área de producción.

Dimensión 1: 8 D'S

Se define operacionalmente para determinar soluciones eficaces dentro de la empresa para cualquier problema, se emplea principalmente en calidad, quejas de los clientes y rechazos internos en cantidades inaceptables.

Indicadores:

Balones reprocesados por día (unidad/día)

Dimensión 2: SMED

Se define operacionalmente para la reducción de tiempos en los lotes de producción que tiene la empresa. Para ello se identifica los tiempos de preparación con maquinaria parada y con maquinaria en movimiento.

Indicadores:

Tiempos en los cambios de producción (minutos)

Dimensión 3: 5' S

Se define operacionalmente como la programación de trabajo para realizar dentro de la empresa con la finalidad de generar actividades de orden y limpieza, detección de irregularidades en el área de trabajo en el consumo de recursos, mejorando la seguridad de las personas, productividad, equipos y ambiente de trabajo.

Indicadores:

Balones de pintura utilizados (gl. De pintura/día)

CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo, método y diseño de la investigación

Tipo de investigación:

La investigación fue aplicada, porque tras observar y describir los procesos actuales y se analizaron los puntos débiles del proceso, se propusieron diversas alternativas de mejora, como la aplicación de las distintas herramientas lean manufacturing, para así dar solución a los problemas encontrados con el fin de mejorar la productividad y mejorar los tiempos de entrega de los balones de GLP.

Por ende, para el estudio, tal y como se mencionó anteriormente, se evidenciaron características de una investigación aplicada, debido que, al obtener las diferentes causas de una baja productividad, nos llevó a la aplicación de herramientas para mejorar el indicador.

Método de la investigación

El método de investigación fue cuasi experimental dado que consistía en elegir a los grupos en los que se probó la variable, sin ningún método aleatorio.

El método de investigación a su vez fue explicativo porque no solo se basó en la problemática, sino que el estudio buscó explicar las causas.

4.2 Diseño de investigación

Palella, S & Martins, F (2010) define: “El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno”. (pag.86)

Arias, F (1999) “La investigación experimental consiste en someter a un objeto de estudio o grupo de individuos en determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)”. (p. 58)

Por ello el diseño de esta investigación fue de tipo post experimental prospectivo, porque se hizo un análisis de la situación de la empresa y se controlaron los cambios aplicados al finalizar la mejora. Los periodos de tiempo fueron de Julio 2018 – Diciembre 2018, anterior a la implementación y Enero 2019 – Junio 2019, después de la implementación.

4.3 Población y muestra

Población

La población comprende la producción diaria en la línea envasadora de GLP comprendida entre los meses de julio de 2018 hasta junio de 2019, la cual se registró en hojas de cálculo, siendo esta limitada por disponibilidad de la información previo a la aplicación de la mejora

Muestra

Para la muestra se utilizó el *muestreo no probabilístico* debido a que la muestra fue obtenida en función a nuestro criterio.

El tipo de muestreo no probabilístico fue por *conveniencia* debido a la accesibilidad de esta.

Morillas, A (2010), “Este tipo de muestreo se caracteriza por obtener muestras representativas mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos. Para la obtención de una muestra mediante este método se puede acudir a criterios específicos de los investigadores” (p.46-49)

Otzen, T & Manterola, C (2017), “El muestreo por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador”. (p.66)

Muestra 1: Producción diaria entre los meses de julio 2018 – diciembre 2018 (146 días) Jornada de Lunes a Sábado de 10am a 5pm. Periodo previo a la mejora.

Muestra 2: Producción diaria entre los meses de enero 2019 – julio 2019 (144 días) Jornada de Lunes a Sábado de 10am a 5pm. Periodo posterior a la mejora. La información registrada incluyó autorizaciones producción, lotes, registro de productos terminados y reporte de control de calidad. El análisis inició describiendo y midiendo el proceso de producción por lotes, de igual forma se miden los principales indicadores como productividad de la mano de Obra Directa, tiempo del ciclo y rendimiento.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Tipos de técnicas de recolección de datos

Hernández, R & Baptista, M (2010), Indican, “Que de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis [...], la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos o variables de las unidades de análisis” (p. 198). Para la obtención de datos se emplearon técnicas como observación, levantamiento de información entre otras, reuniones con los jefes y trabajadores.

Observación:

Se observaron los distintos procesos de manera secuencial para obtener oportunidades de mejora, asimismo se observaron los movimientos de los trabajadores con la finalidad de detectar movimientos innecesarios y repetitivos dentro de sus funciones.

Búsqueda de Base de datos:

Se obtuvo data histórica almacenada en hojas de cálculo y diversas tablas que se obtuvieron al registrar los diversos indicadores y cantidades producidas durante periodos previos a la investigación.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Hernández R., Fernández C. y Baptista P., (2014), Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.” (p. 200).

Para esta investigación se emplearán reportes de eficiencia, diagramas, formatos de producción, entre otros documentos.

Entrevistas:

Se programó una entrevista con los líderes de línea y jefes de áreas y colaboradores de donde se obtuvo mayor data.

- Validez: La entrevista nos ofrece información valiosa de los distintos jefes, esta información nos ayuda a obtener un diagnóstico de la empresa, por lo que se toma la entrevista como instrumento válido.
- Confiabilidad: Debido a la trayectoria y experiencia de las personas entrevistadas, además de la similitud entre los datos se toma la entrevista como instrumento confiable.
- Procedimiento: Se Programaron entrevistas personales y grupales de entre 30 y 45 minutos antes y después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, para poder realizar la recolección de información.

Levantamiento de información de registros:

Se recopiló información de los distintos archivos y hojas de cálculo que se usa en la empresa para registrar información, con el fin de comparar información histórica de un periodo de 6 meses.

Los distintos archivos son:

a) Registro de volumen de producción

b) Historial de ventas

- Validez: El levantamiento de información de los diversos registros nos brinda resultados reales de nuestros indicadores a mejorar, recolectados a través del tiempo en hojas de cálculo y archivos físicos, por lo cual se toma el levantamiento de información de registros como un instrumento válido.
- Confiabilidad: Debido a la veracidad de estos datos y a su medición y sustentación ante la gerencia de operaciones, se toma el levantamiento de información de registros como un instrumento confiable.
- Procedimiento: Se procede a crear una copia de los archivos físicos y archivos digitales para proceder a recolectar los datos necesarios sin poner en peligro la información histórica y evitar su pérdida o modificación, además al tener el registro original se puede verificar la información ante cualquier duda.

Tras recolectar la información se procede a pasarla a plantillas en Excel y programas estadísticos donde podemos realizar diversos gráficos y análisis de datos.

4.5 Las técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de datos

Excel:

Con el programa Excel se obtuvieron la media, moda y mediana, además de las gráficas y estadígrafos e indicadores. Teniendo como base los datos obtenidos mediante la estadística descriptiva.

SPSS:

Los datos del periodo previo y posterior a la aplicación de las mejoras fueron comparados y sometidos a un Análisis estadístico y comprobación de hipótesis, para esto se utilizó la prueba T-Student mediante el software SPSS.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Diagnóstico y situación actual

Diagnóstico actual de la empresa

El diagnóstico se realiza primero a la empresa, Llamagas S.A. es una empresa envasadora y comercializadora de GLP. Con el fin de promover y comercializar el gas licuado de petróleo o GLP a los sectores emergentes de la sociedad peruana.

Los servicios que brinda es el envasado de balones de gas en sus diversas presentaciones y dando siempre el peso exacto. (3kg, 5kg, 10kg, 15kg, 45kg y MTC). También comercializan la venta de GLP a pequeñas cisternas conocidas también como “Granel”.

Mayor detalle del análisis de la empresa se muestra en el ANEXO 7

Diagnóstico actual del área de estudio.

Actualmente la línea de envasado cuenta con 12 operarios distribuidos en 9 actividades secuenciales para el llenado de los balones las cuales son

- Limpieza y segregación de Balones
- Pintado de Balones X2
- Pintado de emblema o logo
- Colocación de Tara del balón vacío
- Envasado de balones X2
- Pesado y Rellenado de balones X2
- Control de Fugas
- Sellado y apilado de balones
- Traslado y almacenamiento de balones.

Los 12 operarios pueden desempeñarse en cualquiera de las 9 actividades en casos como la ausencia de alguno de ellos o para rotar en tareas que demandan mayor esfuerzo físico como es el sellado y apilado de balones y así prevenir lesiones causadas por la frecuencia de dicha actividad.

La distribución de estas actividades se puede apreciar en la Figura 10.

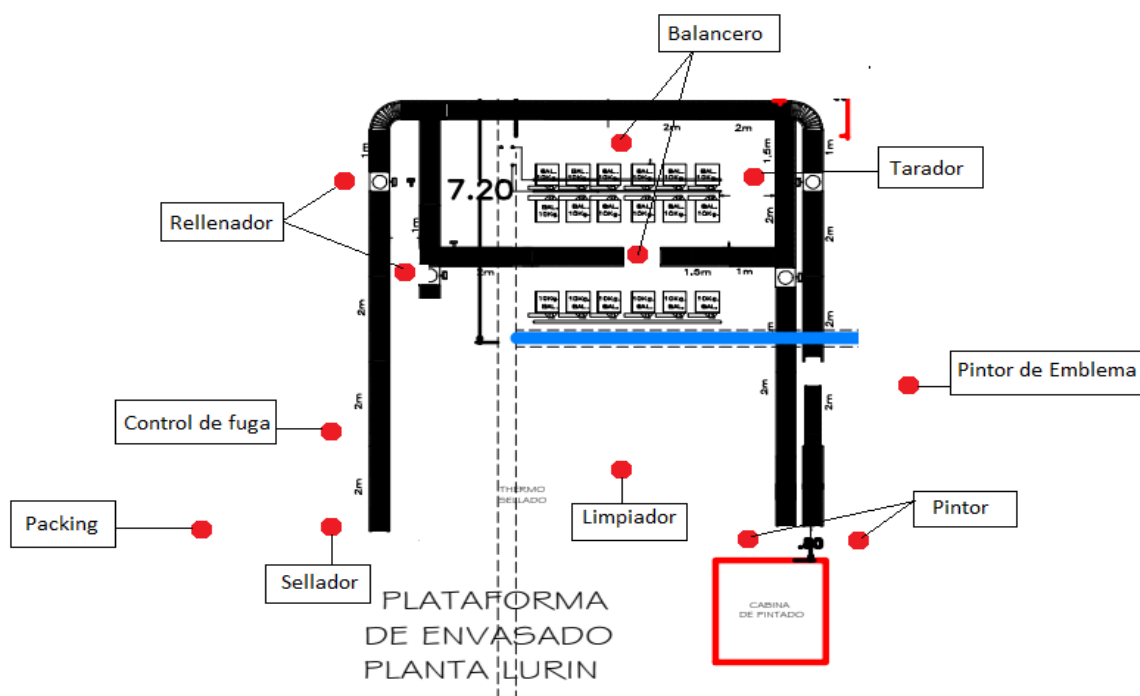


Figura 10: Distribución del área de envasado de Llamagas S.A.

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

5.1.1 Reprocesos en Producción

El diagnóstico realizado al área de control de fugas y limpieza de balones de 10 KG se muestra en el ANEXO 8: Reprocesos en Producción antes de la mejora, se puede apreciar a detalle los motivos por lo que se dan los reprocesos y como se realiza.

El total de Reprocesos en la muestra 1 se observa en la Tabla 5 y en la Figura 11, siendo este de 3489 reprocesos en el periodo Julio 2018 – Diciembre 2018, con una media mensual de 582 Reprocesos

Tabla 5: Reprocesos Muestra 1

FECHA	CTA.REPROCESO
JULIO	554
AGOSTO	538
SEPTIEMBRE	552
OCTUBRE	582
NOVIEMBRE	548
DICIEMBRE	515
SUMA	3289

Fuente: Elaboración Propia

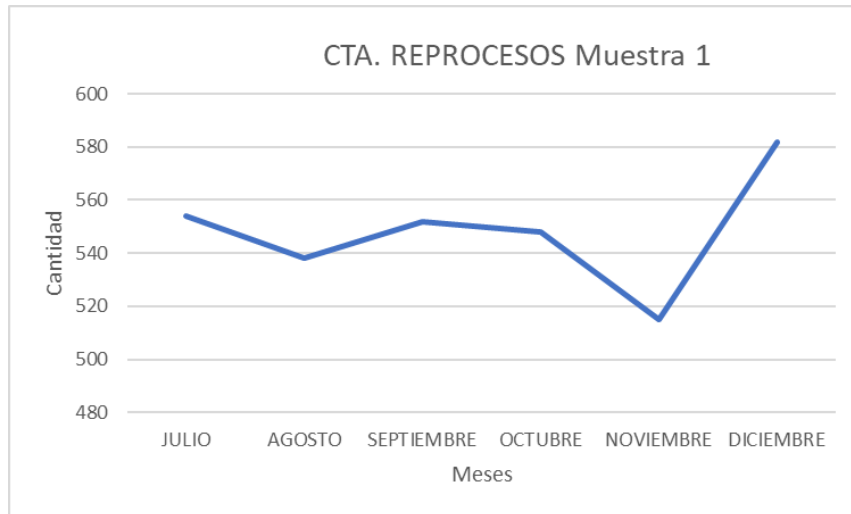


Figura 11: Reprocesos Muestra 1

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados por tipo de reproceso, con respecto a la muestra 1 (julio 2018- Diciembre 2018) se puede apreciar en la tabla 6 y en la figura 12, teniendo detalle de la data registrada en Hoja de Cálculo en el ANEXO 9: Fragmento de la Data Reprocesos Muestra 1

Tabla 6: Reprocesos por Tipo Muestra 1

Etiquetas de fila	Cuenta de OBSERVACIÓN
no encaja regulador	1784
mala presentacion	655
fuga x orring	307
fuga x ping	253
sello roto	154
carachoso	113
fuga x hueco	23
Total general	3289

Fuente: Elaboración Propia

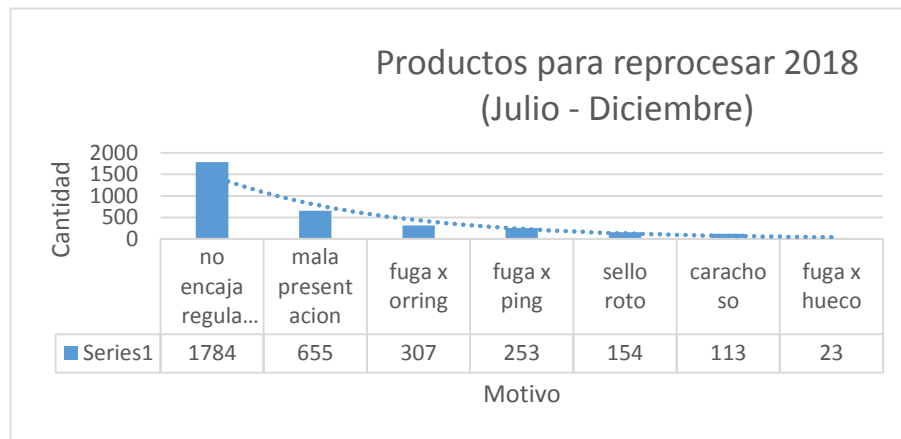


Figura 12: Reprocesos por Tipo Muestra 1

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

Donde la mayor incidencia de Reproceso se da por mal encaje del regulador, esto trae problemas de fugas para los clientes por lo que una vez detectado en planta debe ser corregido, este tipo de reprocesos se ha dado con una frecuencia de 1984 balones en 6 meses

La segunda incidencia es la mala presentación de los balones que, por motivos de colores claros, mal pintado, o mal secado, también hay problemas con la forma del balón en cuanto a base o asa, estos simplemente son separados y se pasa a usar un balón nuevo deben ser reprocesados lo cual nos lleva a un mayor tiempo de trabajo.

Como resultado de los 6 primeros meses de la investigación (Julio 2018 a Diciembre 2018) se tienen 3289 Balones en 146 días trabajados los que nos da una media de 22.52 balones reprocesados por día, es decir 24 balones reprocesados por día,

$$\text{Reprocesos} = \frac{3289 \text{ Balones}}{146 \text{ días}} = 22.52 \approx 23 \text{ balones/día}$$

5.1.2 Tiempos de cambio de Lote de Producción

Los cambios de producción se dan de manera diaria debido a la necesidad de los clientes, como mínimo se da un cambio de producto por día, pero en diversos casos se dan hasta 4 cambios debido a la gran familia de productos por tamaño de balones y marca.

Ante la variedad de marcas y pesos de los balones que se manejan en la planta de Lurín se optó por hacer el estudio para los balones de 10Kg.

El diagnóstico realizado como se muestra en el Anexo 10: Detalle de Tiempos de cambio de lote antes de la mejora, se puede apreciar los tiempos y detalles de las causas por lo que se da el cambio de lote de producción y preparación de los equipos de trabajo para los 2 balones de 10 KG, Llamagas y Ahorrogas.

En la figura 13 se ve una muestra de los tiempos que toma los cambios de producción en el balón Llamagas, estos datos son obtenidos del ANEXO 11: Fragmento de tiempos de cambio de producción muestra 1.

Este fragmento muestra el consumo de 10 días al azar dentro del periodo de la Muestra 1

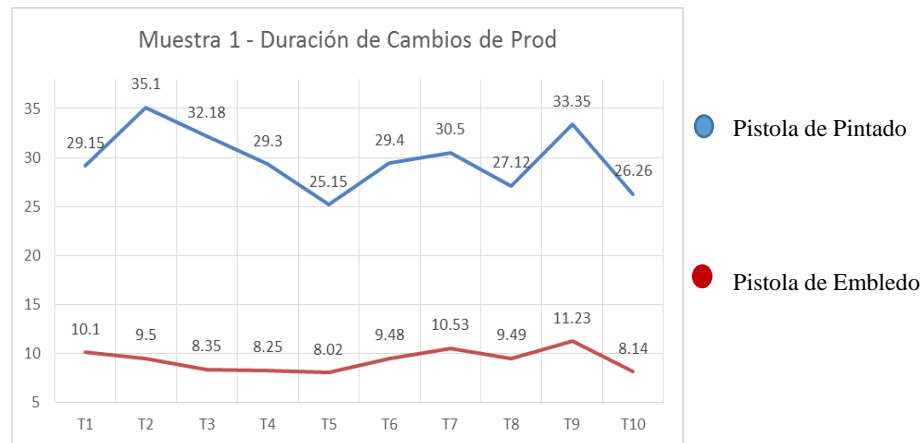


Figura 13: Muestra 1 -Fragmento de Duración de Cambios

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados promedios, con respecto a la muestra 1 (julio 2018- Diciembre 2018) se puede apreciar en la Figura 14 la duración de tiempos de cambio balones de 10 Kg LLAMAGAS a AHORROGAS y en la Figura 15 la duración de balones AHORROGAS a LLAMAGAS

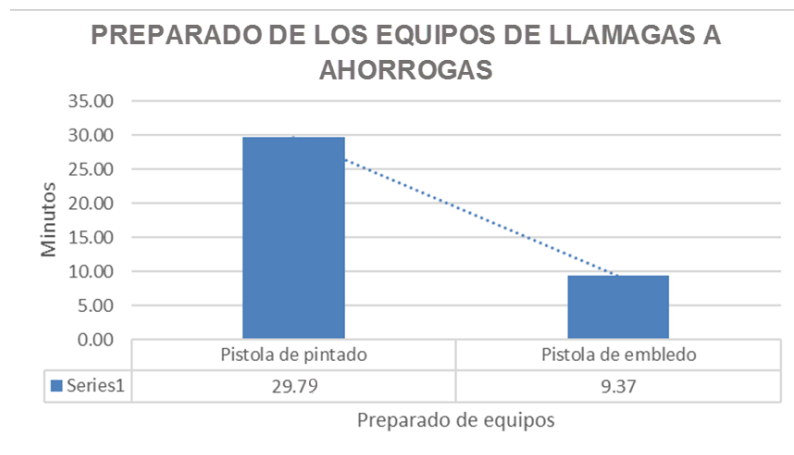


Figura 14: Tiempo promedio de cambio AHORROGAS a LLAMAGAS Muestra 1

Fuente: Elaboración propia

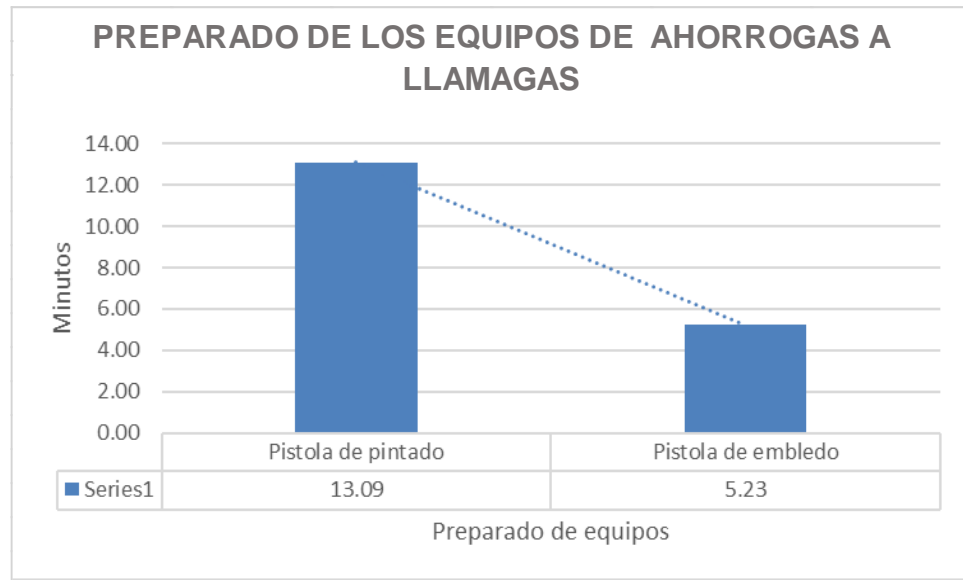


Figura 15: Tiempo promedio de Cambio LLAMAGAS a AHORROGAS Muestra 1

Fuente: Elaboración propia

Los cambios de pistola de pintado y embleado se realizan en paralelo por lo que se tomara el mayor de estos valores para analizar alternativas de mejora y lograr su reducción.

Se tiene como el mayor de los tiempos promedio al cambio de Pistola de pintado del balón LLAMAGAS:

29.79 minutos como cambio de producción promedio para 53 cambios

Esto es debido a que el balón LLAMAGAS es de color morado, el cual tiene mayor dificultad a la hora de la limpieza a comparación de un color claro como AHORROGAS. En el periodo Julio 2018 a Diciembre 2018 se dieron 53 cambios de LLAMAGAS a AHORROGAS, mayor detalle se puede obtener en el Anexo 10: Detalle de Tiempos de cambio de lote antes de la mejora

Lo que se plantea es con ayuda de la herramienta SMED reducir solo los tiempos en el que se cambia de balones LLAMAGAS a AHORROGAS, esto debido a que el tiempo de este cambio es el que mayor tiempo toma.

5.1.3 Consumo de Recursos de Producción

El diagnóstico realizado como se muestra en el ANEXO 12: Consumo de Recursos antes de la mejora, se puede apreciar a detalle el motivo por el que se llegan a consumir los recursos. Entre estos recursos están los Sellos, O' Ring, Pintura, entre otros,

De manera gráfica se puede observar en la Figura 16 el Consumo mensual de Gln de Pintura Lila, el cual es el insumo que mayor consumo registra. También se puede observar en la Figura 17 el Consumo de Pintura y Thinner desde Julio 2018 hasta Diciembre de 2018, donde se ve que la pintura lila es el insumo que mayor consumo presenta en el Semestre, con 3083 Gln utilizados.

Fuente: Elaboración propia

Mes	Consumo (Gln)
JULIO 2018	761
AGOSTO 2018	727
SEPTIEMBRE 2018	619
OCTUBRE 2018	526
NOVIEMBRE 2018	559
DICIEMBRE 2018	515
Total Pintura Lila (Gln)	3707

Figura 16: Consumo mensual de Gln de Pintura Lila



Figura 17: Consumo Pintura y Thinner Muestra 1

Fuente: Elaboración propia

La pintura lila es el insumo que se midió antes y después de la mejora, siendo su consumo promedio antes de la mejora de 26 galones/día

$$\text{Consumo} = \frac{3707 \text{ Galones}}{146 \text{ días}} = 25.39 \approx 26 \text{ galones/día}$$

Para la investigación se analizará el consumo de pintura lila antes y después de la implementación de la mejora 5S. Para el consumo de Thinner y Pintura blanca no se hará una medición debido a que sus cantidades consumidas son mucho menor que el de pintura lila.

5.1.4 Productividad

La productividad es la relación de los Kg envasados en los balones entre las horas hombre trabajadas, esta ratio nos ayuda a medir nuestro desempeño en Kg en función a los recursos H-H.

El proceso de envasado muestra mayor detalle en el Anexo 13: Diagrama de Análisis del Proceso.

Actualmente la productividad se encuentra en un valor promedio histórico de 330Kg/HH, Sin embargo, en la producción diaria y por consecuencia en la producción mensual se ven varios meses debajo de este promedio como se

aprecia Tabla 7 y en la Figura 18. Un fragmento a detalle de la productividad se aprecia en el Anexo 14.

Tabla 7: Productividad de julio 2018 a diciembre 2018

MES	KG/HH
JULIO	337.6
AGOSTO	321.1
SEPTIEMBRE	321.7
OCTUBRE	311.1
NOVIEMBRE	304.8
DICIEMBRE	339.6
MEDIA HISTORICA	330

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

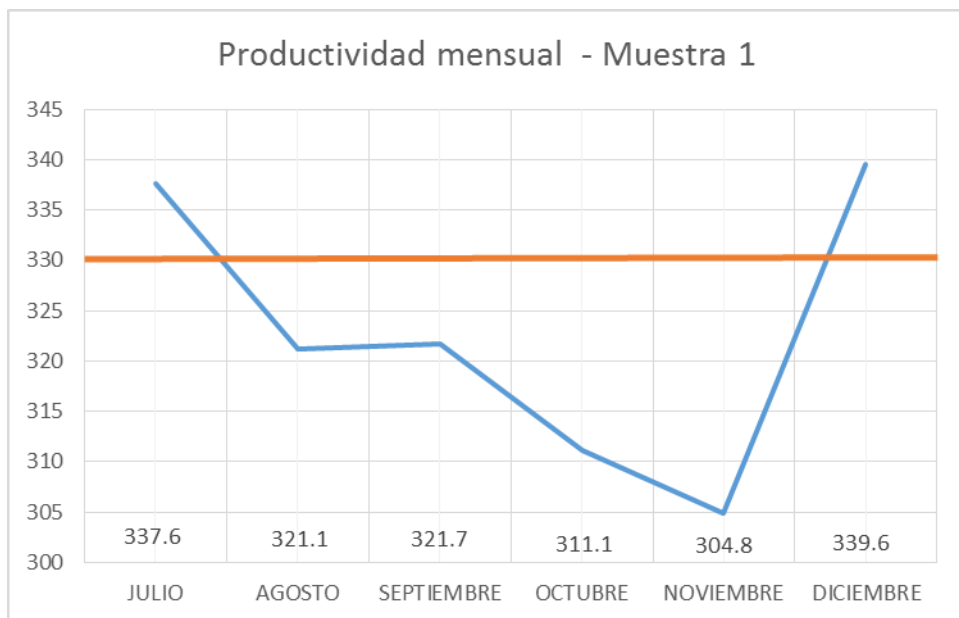


Figura 18: Productividad mensual - Muestra 1

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

La productividad baja genera diversos inconvenientes, como recurrir a horas extras con el objetivo de cumplir con la demanda de balones envasados, además que el aumento de reprocesos y los amplios tiempos de cambios de producción quitan tiempo valioso que puede usarse para mejorar nuestro indicador, por lo que atacando estos problemas la productividad se verá afectada de manera positiva.

5.2 Resultados de la mejora

En este Punto se comenta la aplicación de las herramientas para mejorar la cantidad de reprocesos, los tiempos en cambios de producción y el consumo de recursos con el fin de que la productividad mejore.

5.2.1 Reprocesos en Producción

Con el fin de reducir la cantidad de reprocesos mostrados en el semestre anterior (3489 reprocesos) se implementó la metodología de las 8 DISCIPLINAS. Para lo cual se conformó un equipo de personas conformadas por: UN SUPERVISOR Y 3 ASISTENTES para recopilar información y proponer mejoras en corto plazo. La descripción de la herramienta está en el ANEXO 15: Implementación de las 8 Disciplinas

El total de Reprocesos por mes del semestre posterior a la mejora se observa en la Tabla 8 y la Figura 19, siendo esta de 2285 reprocesos en el periodo Enero 2019 – Junio 2019. Con una media mensual de 380 reprocesos

Tabla 8: Reprocesos Por Mes Muestra 2

FECHA	CTA. REPROCESOS
ENERO	385
FEBRERO	386
MARZO	363
ABRIL	387
MAYO	376
JUNIO	388
SUMA	2285

Fuente: Elaboración Propia

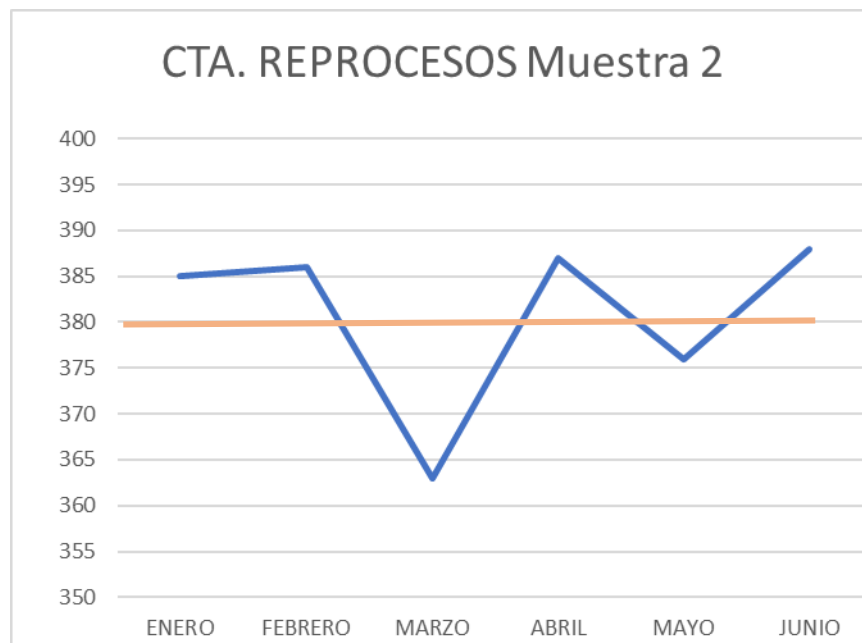


Figura 19: Reprocesos Muestra 2

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados por tipo de reproceso en el periodo Enero 2019- Junio 2019, se puede apreciar en la tabla 9 y en la figura 20, teniendo un fragmento con mayor detalle de la data registrada en Hoja de Cálculo del el ANEXO 16: Fragmento de la data reprocesos muestra 2

Tabla 9: Tipo de Reprocesos Enero 2019 - Junio 2019

Etiquetas de fila	Cuenta de OBSERVACIÓN
no encaja regulador	1591
fuga x orring	274
mala presentacion	231
fuga x ping	145
sello roto	26
fuga x hueco (en blanco)	18
Total general	2285

Fuente: Elaboración propia

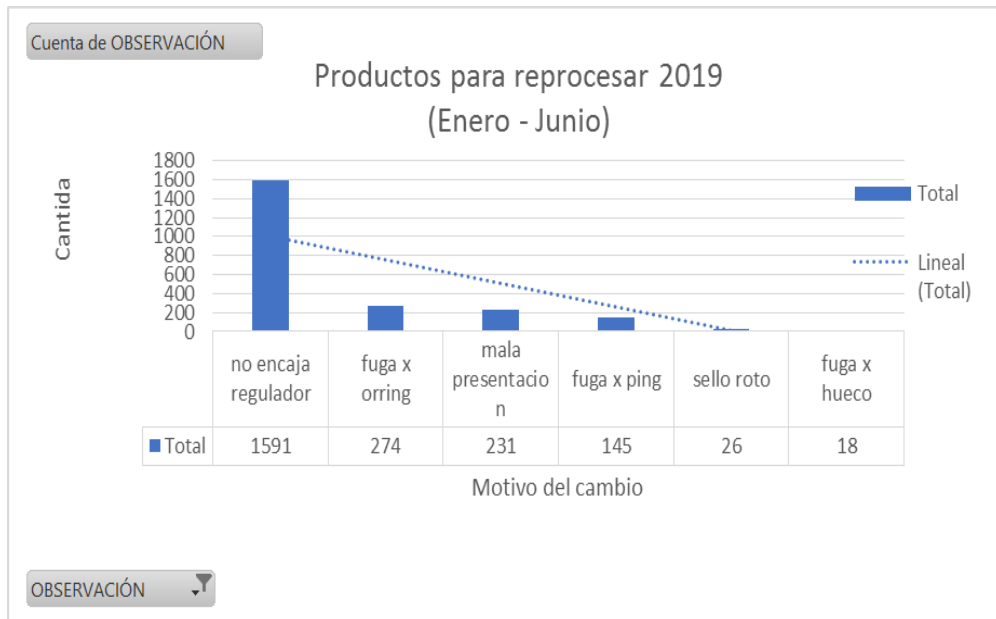


Figura 20: Tipo de Reproceso Enero 2019 – Junio 2019

Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de los reprocesos sigue siendo el mal encaje del regulador, sigue siendo el encaje del regulador, sin embargo, la mala presentación del

balón paso de ser la segunda mayor incidencia a la tercera con 231 observaciones en el semestre debido a la mejora realizada

Como resultado de la mejora en el Semestre de Enero 2019 a Junio 2019 se obtuvieron 2285 balones reprocesados en 144 días trabajados, lo que nos da una media de 16 balones reprocesados por día.

$$\text{Reprocesos} = \frac{2285 \text{ Balones}}{144 \text{ días}} = 15.87 \approx 16 \text{ balones/día}$$

Esto se logró gracias a la correcta asignación de un personal capacitado en el control de fugas y a la selección previa de los balones antes de ser llevados a la línea de envasado.

5.2.2 Tiempos de Cambio de lote de producción

Tras aplicar el SMED para disminuir los tiempos de cambio de lote de producción expresado en el Anexo 17 se obtuvieron los siguientes resultados con respecto al muestra 2 (enero 2019- junio 2019), en la figura 21, Se ve una muestra de los tiempos que toma los cambios de producción con respecto a la muestra 2, tomados en 10 días al azar dentro de este periodo.

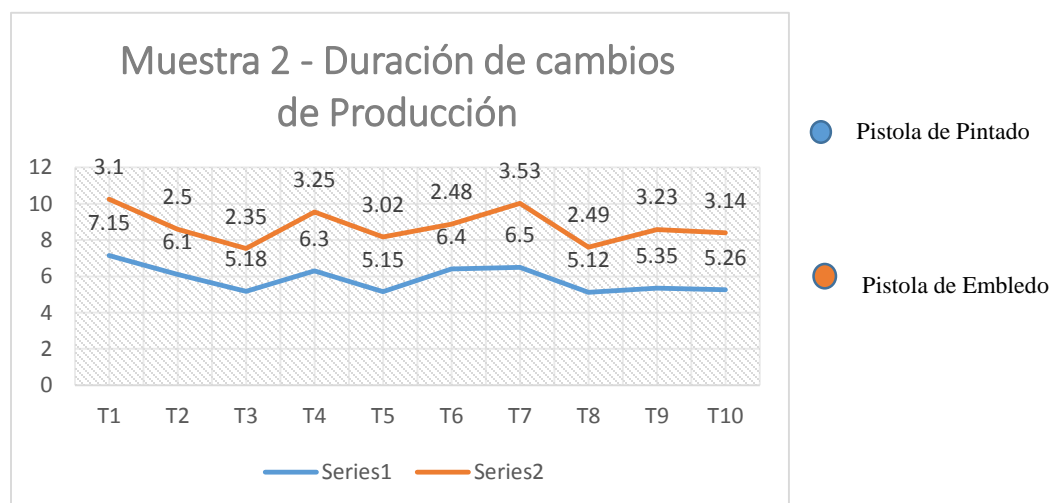


Figura 21: Muestra 2 – Fragmento de Duración de Cambios

Fuente: Elaboración propia

Los resultados promedios, con respecto al a muestra 2 (Enero 2019 – Junio 2019) se puede apreciar en la figura 22 los nuevos tiempo de duración de cambio de balones de 10 Kg Llamagas a Ahorragas y en la figura 23 la duración de balones Ahorrogas a Llamagas

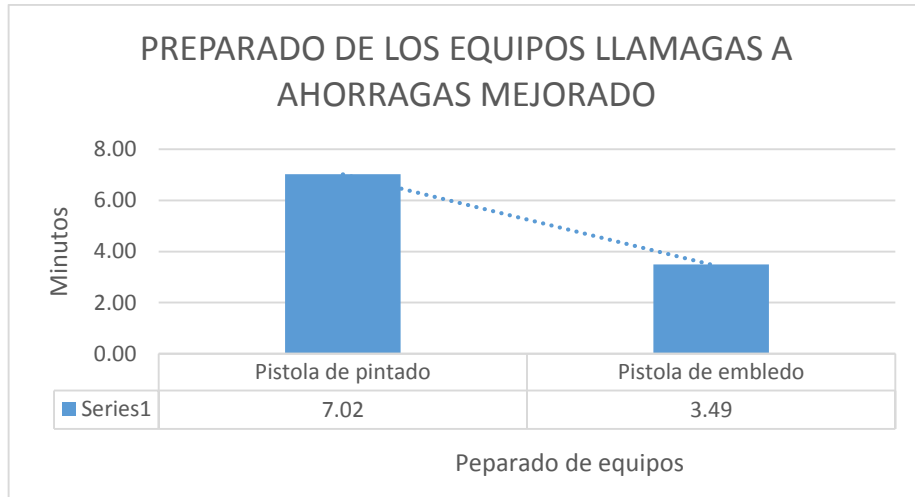


Figura 22: Tiempo promedio de cambio Llamagas a Ahorragas Muestra 2

Fuente: Elaboración propia

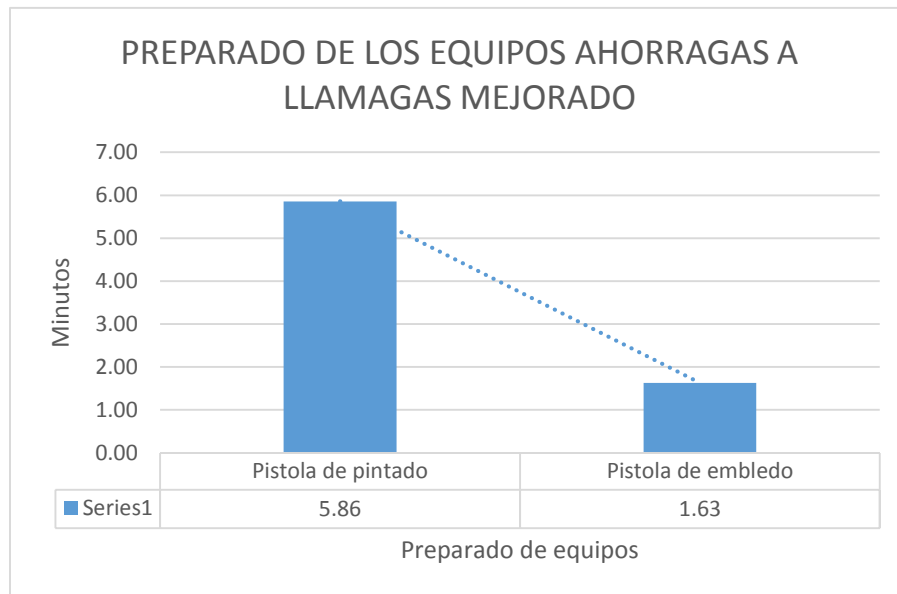


Figura 23: Tiempo promedio de cambio de Ahorragas a Llamagas Muestra 2

Fuente: Elaboración propia

Los cambios de pistola de pintado y emblemado se siguen realizando en paralelo, por cual se sigue tomando el mayor de los tiempos promedio al cambio de pistola de pintado del balón Llamagas:

7.02 minutos como cambio de producción promedio para 56 cambios

En el periodo Enero 2019 a Junio 2019 se dieron 56 cambios de Llamagas a Ahorragas, mayor detalle en el Anexo 18: Resumen de los tiempos mejorados en el cambio de producción.

5.2.3 Consumo de recursos en producción

Tras realizar la ejecución de las 5'S para ayudar a reducir el consumo de recursos en el área de producción, la cual se encuentra en el Anexo 19.

Los resultados del consumo de pintura de la muestra 2 (enero 2019- junio 2019) se pueden apreciar en la figura 24. El consumo de Thinner y Pintura blanca no será objeto de medición, debido a que su valor es mucho menor que el de Pintura Lila y su impacto es poco significativo.

La Pintura Lila presento un consumo de 2479 Gln en los 144 días trabajados.

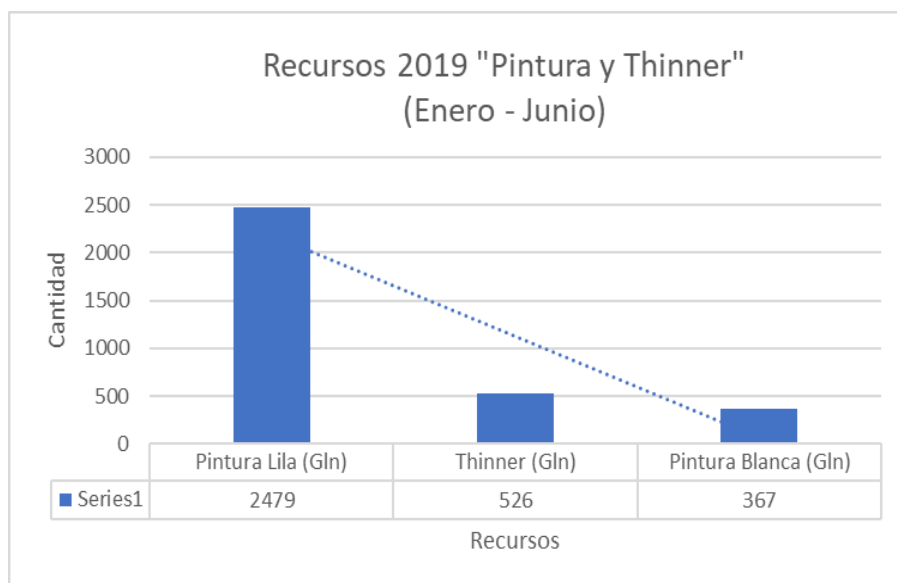


Figura 24: Recursos de Pintura y Thinner Enero 2019 a Junio 2019

Fuente: Elaboración propia

Mayor detalle del consumo de Pintura Lila de manera mensual se puede ver en la figura 25: Consumo de pintura lila mensual Enero 2019 a Diciembre 2019

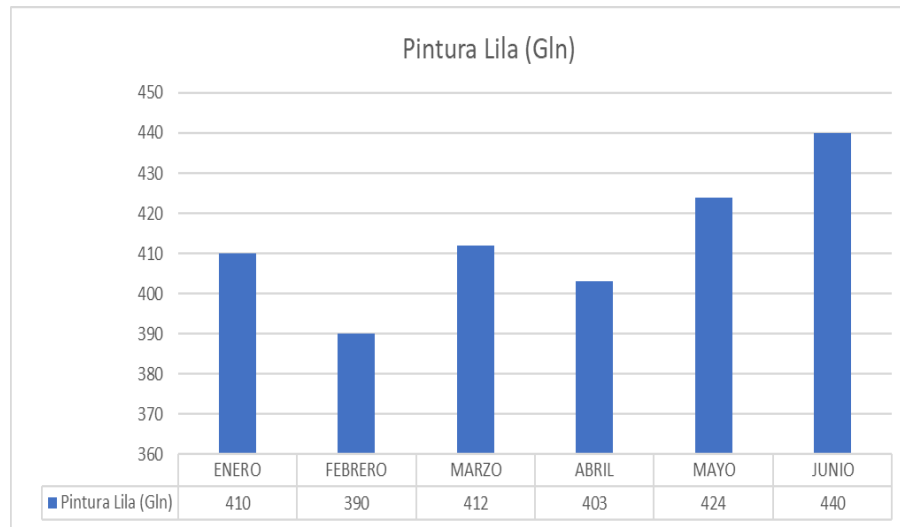


Figura 25: Consumo de pintura lila mensual Enero 2019 a Diciembre 2019

Fuente: Elaboración Propia

Comparativa:

Después de la aplicación de las 5S se redujo el consumo de todos los insumos, no obstante, el consumo de pintura lila es el más significativo, como se ve en la Figura 26: Comparación del consumo de Recursos. La Pintura Lila paso de 3707 Gln a 2479 Gln. Siendo esta una reducción del 33.1% del recurso.

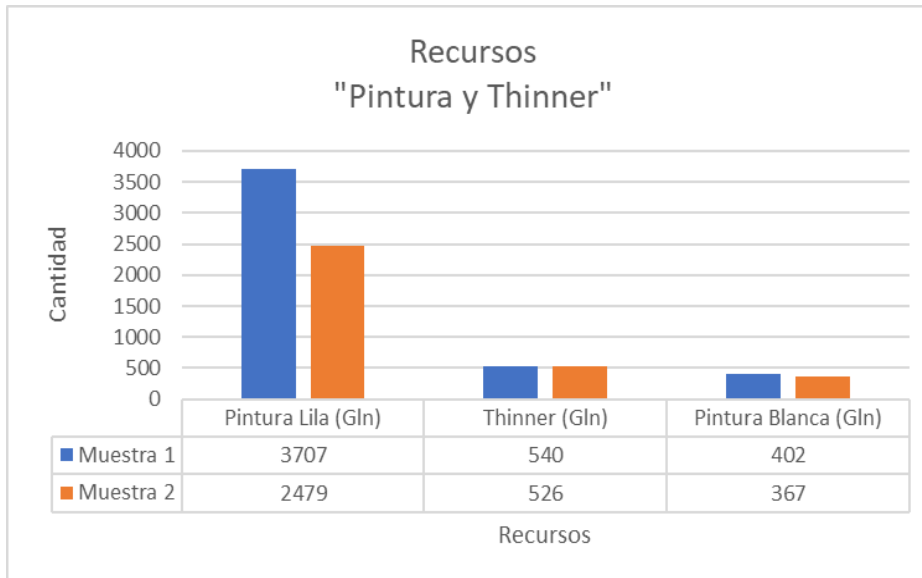


Figura 26: Comparación del consumo de Recursos

Fuente: Elaboración propia

Se trabajaron 144 días por lo que el consumo promedio de galones de pintura lila fue de:

$$\text{Consumo} = \frac{2479 \text{ Galones}}{144 \text{ días}} = 17.22 \approx 18 \text{ galones/día}$$

La pintura Lila paso de tener un consumo promedio diario de 26 gl/día a un consumo de 18 gl/día

5.2.4 Productividad

Tras la implementación de las diversas herramientas de Lean Manufacturing se vieron reducciones de tiempos y movimientos, todos esto afecto de manera positiva a la productividad del envasado de balones de GLP, debido a que al disminuir tiempos improductivos se dedica mayor tiempo al proceso de envasado.

Tras las mejoras se elevaron las ratios de productividad, una parte de la data analizada se puede observar en el Anexo 20: Fragmento de la Data productividad muestra 2.

Un resumen de la productividad mensual se puede ver en la tabla 10 y la Figura 27: Productividad mensual - Muestra 2.

Se aprecia que todos los valores de productividad se encuentran sobre la media histórica de la línea de envasado.

Tabla 10: Productividad Enero 2019 a Junio 2019

MES	KG/HH
ENERO	363.10
FEBRERO	363.54
MARZO	367.97
ABRIL	370.37
MAYO	358.38
JUNIO	365.82

Fuente: Elaboración Propia

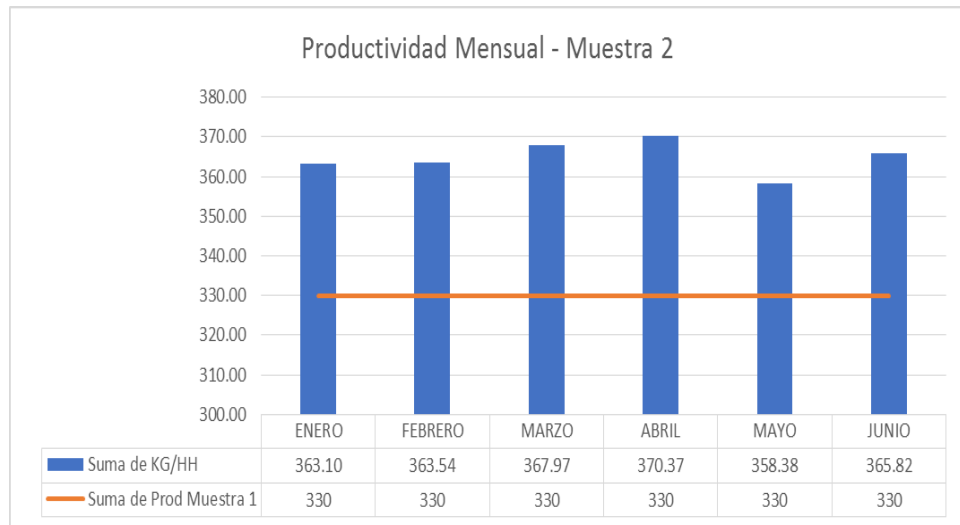


Figura 27: Productividad mensual - Muestra 2

Fuente: Elaboración Propia

Esto nos demuestra el impacto positivo que tuvieron las herramientas de Lean Manufacturing sobre la productividad de la línea de envasado. Además del aumento del tonelaje, la mejora de este indicador nos genera una reducción de las horas utilizadas. Lo cual mejora el clima laboral puesto que el personal normalmente se quedaba realizando horas extra o de canje con el fin de poder cumplir con los pedidos de los clientes.

5.3 Análisis

En este capítulo se mostrarán los resultados estadísticos de las muestras antes y después de las mejoras correspondiente a cada variable, estas variables son:

- ✓ Reprocesos en Producción
- ✓ Tiempos de cambio de Lote
- ✓ Consumo de Recursos

Se usarán los estadísticos descriptivos y análisis inferencial para la validación correspondiente y luego una prueba de hipótesis y poder validar nuestra investigación.

5.3.1 Reprocesos en Producción

En la figura 28 Se puede observar una comparación de los reprocesos en producción antes y después de la mejora

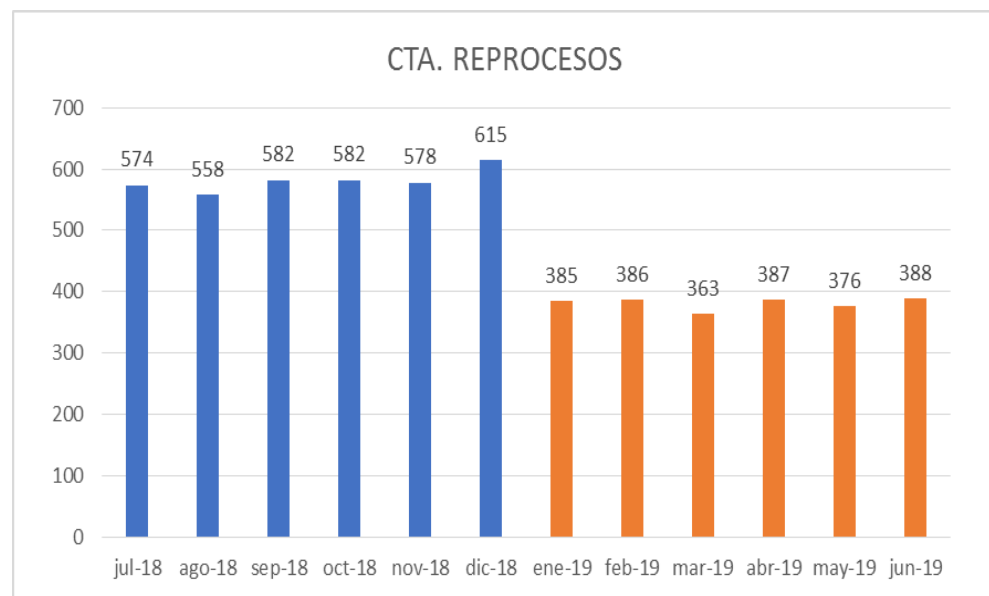


Figura 28: Reprocesos Análisis

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra en la tabla 11 los datos estadísticos descriptivos del periodo Julio 2018 a Diciembre 2018 anterior a la aplicación de la mejora. La data está en el anexo 21: Data Reprocesos Antes de la Mejora

Tabla 11: Métricas estadísticas de la muestra M1 Reprocesos

Descriptivo					
MUESTRA				Estadístico	Desv. Error
REPROCESOS	M1	Media		22.53	0.539
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	21.46	
			Límite	23.59	
		Media recortada al 5%		22.45	
		Mediana		22.50	
		Varianza		42.444	
		Desv. Desviación		6.515	
		Mínimo		12	
		Máximo		36	
		Rango		24	
		Rango intercuartil		11	
		Asimetría		0.044	0.201
		Curtosis		-0.986	0.399

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 12 se verifica la normalidad del indicador para la muestra M1, periodo Julio 2018 a Diciembre 2019. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 12: Prueba de Normalidad - Reprocesos M1

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
REPROCESOS	M1	0.075	146	0.085	0.965	146	0.001
a. Corrección de							

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

A continuación, se muestra en la tabla 13 los datos estadísticos descriptivos del periodo Enero 2019 – Junio 2019, escenario posterior a la aplicación de las 8 Disciplinas. La data lo obtenemos del Anexo 12: Data de Reprocesos Posterior a la Mejora.

Tabla 13: Métricas estadísticas Reprocesos M2

Descriptivos				Estadístico	Desv. Error
MUESTRA					
REPROCESOS	M2	Media		15.87	0.368
		95% de intervalo de confianza para	Límite inferior	15.14	
			Límite superior	16.59	
		Media recortada al		15.88	
		Mediana		16.00	
		Varianza		19.472	
		Desv. Desviación		4.413	
		Mínimo		7	
		Máximo		24	
		Rango		17	
		Rango intercuartil		7	
		Asimetría		0.015	0.202
		Curtosis		-0.977	0.401

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 14 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Post Test (8 Disciplinas). Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 14: Prueba de Normalidad Reprocesos M2

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
REPROCESOS	M2	0.081	144	0.07282743	0.970	144	0.003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) para cada mes fue mayor de 30 ($n > 30$), se utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido para todos los meses es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos posterior a la mejora siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis de la variable Reprocesos:

Hipótesis: Al implementarse las 8 Disciplinas se reducirá los reprocesos de producción.

H_0 = No existe una diferencia significativa entre la media de los reprocesos de producción antes de la implementación de las 8 Disciplinas y la media de los reprocesos de producción después de la implementación de las 8 Disciplinas.

H_1 = Existe una diferencia significativa entre la media de los reprocesos de producción antes de la implementación de las 8 Disciplinas y la media de los reprocesos de producción después de la implementación de las 8 Disciplinas.

Definimos el nivel de significancia que será de: $\alpha = 0.05$

En la Tabla 15 observamos la prueba de Levene para determinar si existen varianzas iguales o diferentes, por lo tanto, si se tiene P – valor (Sig.) que es 0.00 el cual es menor al valor $\alpha = 0.05$, entonces No se asume varianzas iguales.

Al No tener varianzas iguales posteriormente se realiza la prueba T Student donde el P – valor Sig. (Bilateral) es 0.00 de la fila inferior y dicho valor es menor a $\alpha = 0.05$.

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 donde comprueba que existe una diferencia significativa.

Tabla 15: Contrastación de Hipótesis Reproceso

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
REPROCESOS	Se asumen varianzas iguales	24.873	0.000	10.178	288	0.000	6.65934	0.65431	5.37150	7.94719
	No se asumen varianzas iguales			10.204	255.262	0.000	6.65934	0.65264	5.37410	7.94458

Fuente: SPSS.

Se observa de manera gráfica en la Tabla 16 y en la Figura 29 Las medias de los reprocesos comprobándose la reducción de los reprocesos y sus variaciones.

Tabla 16: Medias de Reprocesos

Estadísticas de grupo					
MUESTRA		N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
REPROCESOS	M1	146	22.5274	6.51491	0.53918
	M2	144	15.8681	4.41271	0.36773

Fuente: SPSS.

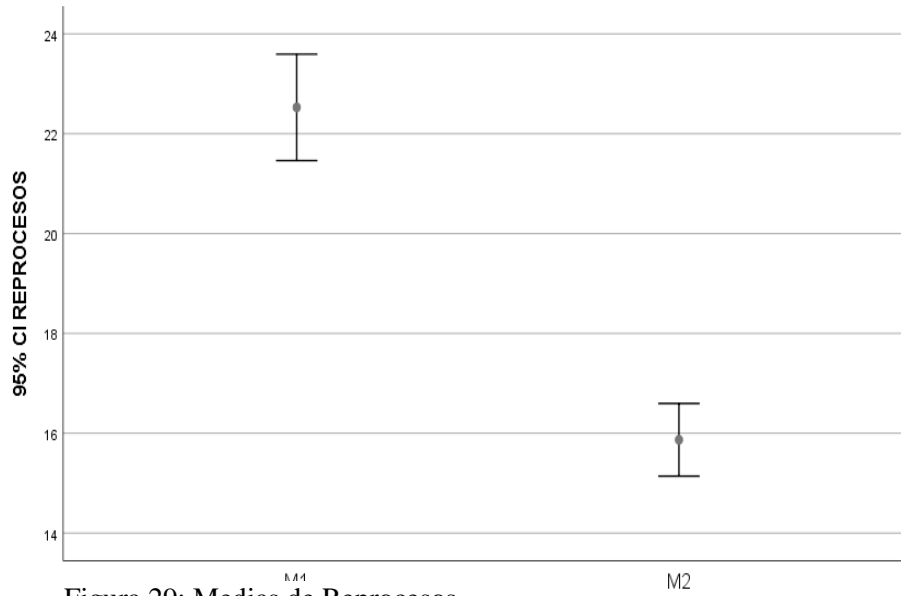


Figura 29: Medias de Reprocesos

Fuente: SPSS.

5.3.2 Tiempos de Cambio de Lote de Producción

En la figura 30 se observa la suma de todos los tiempos de cambio de lote de casa mes antes y después de la mejora, siendo los de color azul (Julio 2018 a Diciembre 2018) los tiempos antes del SMED y los de color naranja los tiempos posteriores (Enero 2019 a Diciembre 2019).

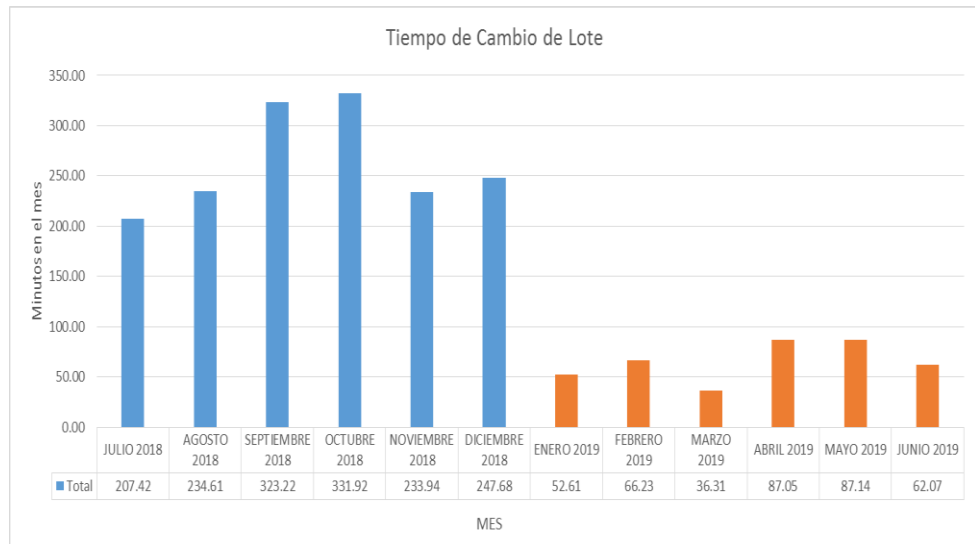


Figura 30: Duración Cambio de Lote por Mes

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 se aprecian los datos estadísticos descriptivos del periodo anterior a la mejora que corresponde de Julio 2018 a Diciembre 2018. Esta tabla se generó con la data ubicada en el Anexo 23: Data Tiempos de Cambio Antes de la mejora

Tabla 17: Métricas estadísticas de la muestra M1 Tiempo de Cambio

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
TIEMPO.CAMBIO	M1	Media		29.79	0.375
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	29.04	
			Límite superior	30.54	
		Media		29.81	
		Mediana		29.65	
		Varianza		7.464	
		Desv. típ.		2.732	
		Mínimo		24	
		Máximo		35	
		Rango		11	
		Amplitud		3	
		Asimetría		-0.114	0.327
		Curtosis		-0.540	0.644

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 18 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 18: Prueba de Normalidad - Tiempo de cambio M1

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO.CAMBIO	M1	0.062	53	.200 [*]	0.982	53	0.622
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de procesos siguen una distribución normal.

A continuación, se muestra la tabla 19 los datos estadísticos descriptivos del periodo Enero 2019 – Junio 2019, escenario posterior a la implementación del SMED. Los datos obtenidos para la elaboración de esta tabla se muestran en el Anexo 24: Data Tiempos de Cambio Después de la mejora.

Tabla 19: Métricas estadísticas de la muestra M2 Tiempo de Cambio

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
TIEMPO.CAMBIO	M2	Media		7.02	0.202
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	6.58	
			Límite superior	7.40	
		Media		6.96	
		Mediana		6.91	
		Varianza		2.293	
		Desv. típ.		1.514	
		Mínimo		4	
		Máximo		11	
		Rango		7	
		Amplitud		2	
		Asimetría		0.223	0.319
		Curtosis		-0.602	0.628

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 20 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 20: Prueba de Normalidad - Tiempo de cambio M2

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TIEMPO.CAMBIO	M2	0.067	56	.200 [*]	0.982	56	0.551
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.							
a. Corrección de la significación de Lilliefors							

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis de la variable Tiempos de Cambio de Lote:

Hipótesis: Al implementarse el SMED se reducirá los Tiempos de cambio de lote de producción.

H_0 = No existe una diferencia significativa entre la media de los tiempos de cambio de lote de producción antes de la implementación del SMED y la media de los tiempos de cambio de lote de producción después de la implementación del SMED.

H_1 = Existe una diferencia significativa entre la media de los tiempos de cambio de lote de producción antes de la implementación del SMED y la

media de los tiempos de cambio de lote de producción después de la implementación del SMED.

Definimos el nivel de significancia que será de: $\alpha = 0.05$

En la Tabla 21 observamos la prueba de Levene para determinar si existen varianzas iguales o diferentes, por lo tanto, si se tiene P – valor (Sig.) que es 0.00 el cual es menor al valor $\alpha = 0.05$, entonces No se asume varianzas iguales. Dicha tabla se realizó con la data de los Anexo 12 y Anexo 24

Al No tener varianzas iguales posteriormente se realiza la prueba T Student donde el P – valor Sig. (Bilateral) es 0.00 de la fila inferior y dicho valor es menor a $\alpha = 0.05$.

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 donde comprueba que existe una diferencia significativa.

Tabla 21: Contrastación de Hipótesis Cambios de Lote

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tp. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
TIEMPO.CAMBIO	Se han asumido varianzas iguales	14.000	0.000	54.047	107	0.000	22.77724	0.42143	21.94180	23.61268
	No se han asumido varianzas iguales			53.271	80.836	0.000	22.77724	0.42757	21.92648	23.62801

Fuente: SPSS.

Se observa de manera gráfica en la Tabla 22 y en la Figura 31 Las medias de los reprocesos comprobándose la reducción de los reprocesos y sus variaciones.

Tabla 22: Medias de Tiempos de cambio

Estadísticos de grupo					
MUESTRA		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
TIEMPO.CAMBIO	M1	53	29.79	2.73	0.38
	M2	56	7.01	1.53	0.20

Fuente: SPSS.

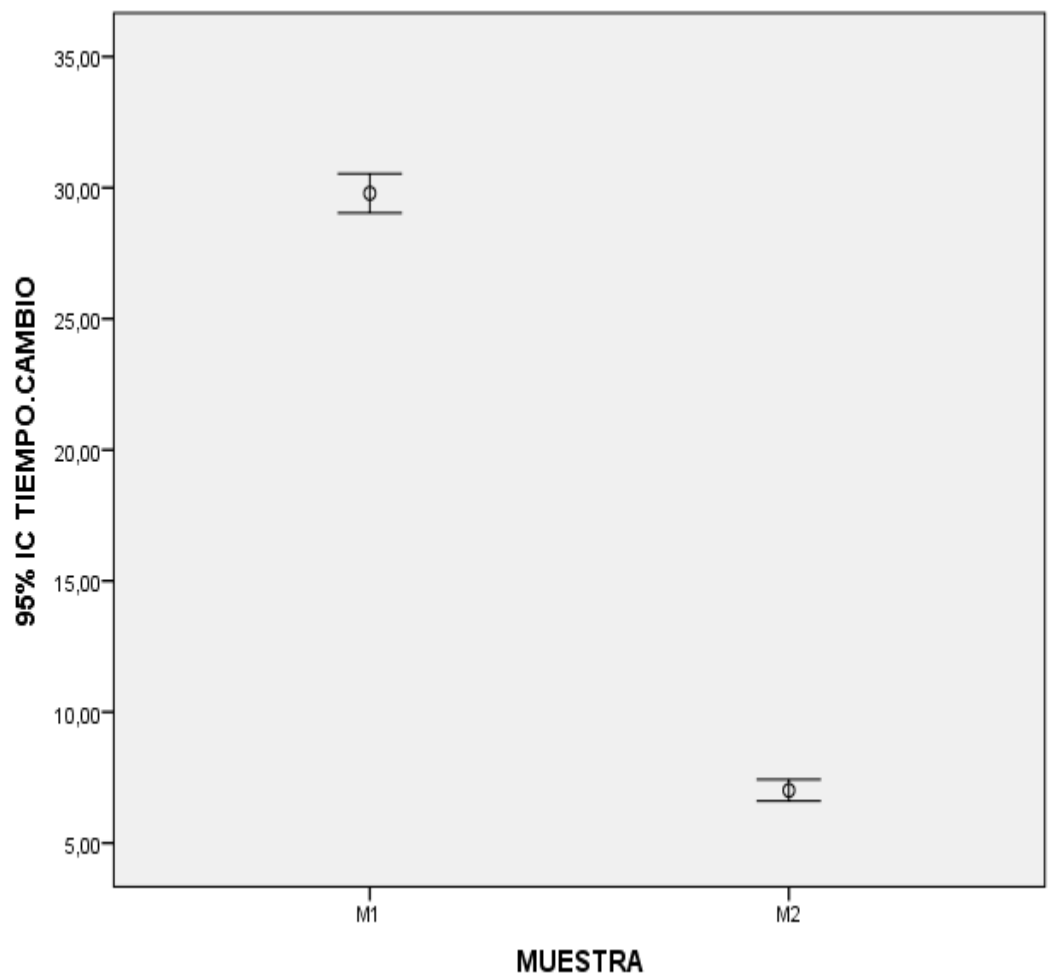


Figura 31: Medias de Tiempo de Cambio

Fuente: SPSS.

5.3.3 Consumos de Recursos

En la figura 32, consumo de Pintura Lila se puede observar de manera gráfica una reducción en la cantidad de galones consumidos de Pintura Lila, donde de Julio 2018 a Diciembre 2018 es el periodo previo a la implementación de las 5S y donde de Enero 2019 a Junio 2019 posterior a la mejora.

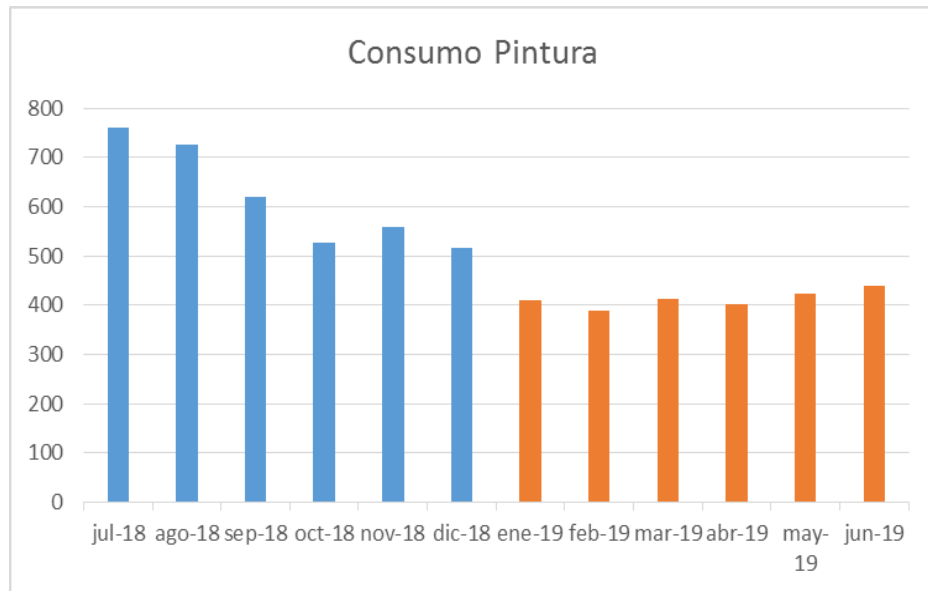


Figura 32: Consumo de Pintura Lila

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra en la tabla 23 los datos estadísticos descriptivos del periodo Julio 2018 a Diciembre 2018 anterior a la aplicación de la mejora. La data está en el Anexo 25: Data de Consumo de Pintura Antes de la Mejora

Tabla 23: Métricas estadísticas de la muestra M2 Consumo

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
CONSUMO	M1	Media		25.39	0.319
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	24.69	
			Límite superior	25.95	
		Media		25.34	
		Mediana		25.39	
		Varianza		14.830	
		Desv. típ.		3.851	
		Mínimo		14	
		Máximo		39	
		Rango		25	
		Amplitud		5	
		Asimetría		-0.036	0.201
		Curtosis		0.694	0.399

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 24 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 24: Prueba de Normalidad - Consumos M1

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONSUMO	M1	0.045	146	.200 [*]	0.992	146	0.577

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

A continuación, se muestra en la tabla 25 los datos estadísticos descriptivos del periodo Enero 2019 a Junio 2019 anterior a la aplicación de la mejora. La data está en el Anexo 26: Data de Consumo de Pintura Después de la Mejora

Tabla 25: Métricas Estadísticas de la Muestra M2 Consumo

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
CONSUMO	M2	Media		17.22	0.441
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	16.34	
			Límite superior	18.08	
		Media		17.10	
		Mediana		16.98	
		Varianza		27.977	
		Desv. típ.		5.289	
		Mínimo		4	
		Máximo		32	
		Rango		28	
		Amplitud		7	
		Asimetría		0.334	0.202
		Curtosis		-0.105	0.401

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 26 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H0 = Los datos siguen una distribución normal.

H1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 26: Métricas Estadísticas Consumo de Pintura M2

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONSUMO	M2	0.057	144	,200*	0.989	144	0.346

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H₀ (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis de la variable Consumo de Insumos:

Hipótesis: Al implementarse las 5S se reducirá los el consumo de insumos en la producción.

H₀ = No existe una diferencia significativa entre la media del consumo de insumos de producción antes de la implementación de las 5S y la media del consumo de insumos de producción después de la implementación de las 5S

H₁ = Existe una diferencia significativa entre la media del consumo de insumos de producción antes de la implementación de las 5S y la media del consumo de insumos de producción después de la implementación de las 5S

Definimos el nivel de significancia que será de: $\alpha = 0.05$

En la Tabla 27 observamos la prueba de Levene para determinar si existen varianzas iguales o diferentes, por lo tanto, si se tiene P – valor (Sig.) que es 0.00 el cual es menor al valor $\alpha = 0.05$, entonces No se asume varianzas iguales. Dicha tabla se realizó con la data de los Anexo 15 y Anexo 26

Al No tener varianzas iguales posteriormente se realiza la prueba T Student donde el P – valor Sig. (Bilateral) es 0.00 de la fila inferior y dicho valor es menor a $\alpha = 0.05$.

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 donde comprueba que existe una diferencia significativa.

Tabla 27: Contrastación de Hipótesis Consumo

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl.	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior	
CONSUMO	Se han asumido varianzas iguales	14.895	0.000	15.080	288	0.000	8.18211	0.54259	7.11417	9.25006
	No se han asumido varianzas iguales			15.048	261.065	0.000	8.18211	0.54375	7.11143	9.25280

Fuente: SPSS.

Se observa de manera gráfica en la Tabla 28 y en la Figura 33 Las medias de los reprocesos comprobándose la reducción de los reprocesos y sus variaciones.

Tabla 28: Medias de Consumo de Pintura

Estadísticos de grupo					
MUESTRA		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
CONSUMO	M1	146	25.39	3.85	0.32
	M2	144	17.22	5.29	0.44

Fuente: SPSS.

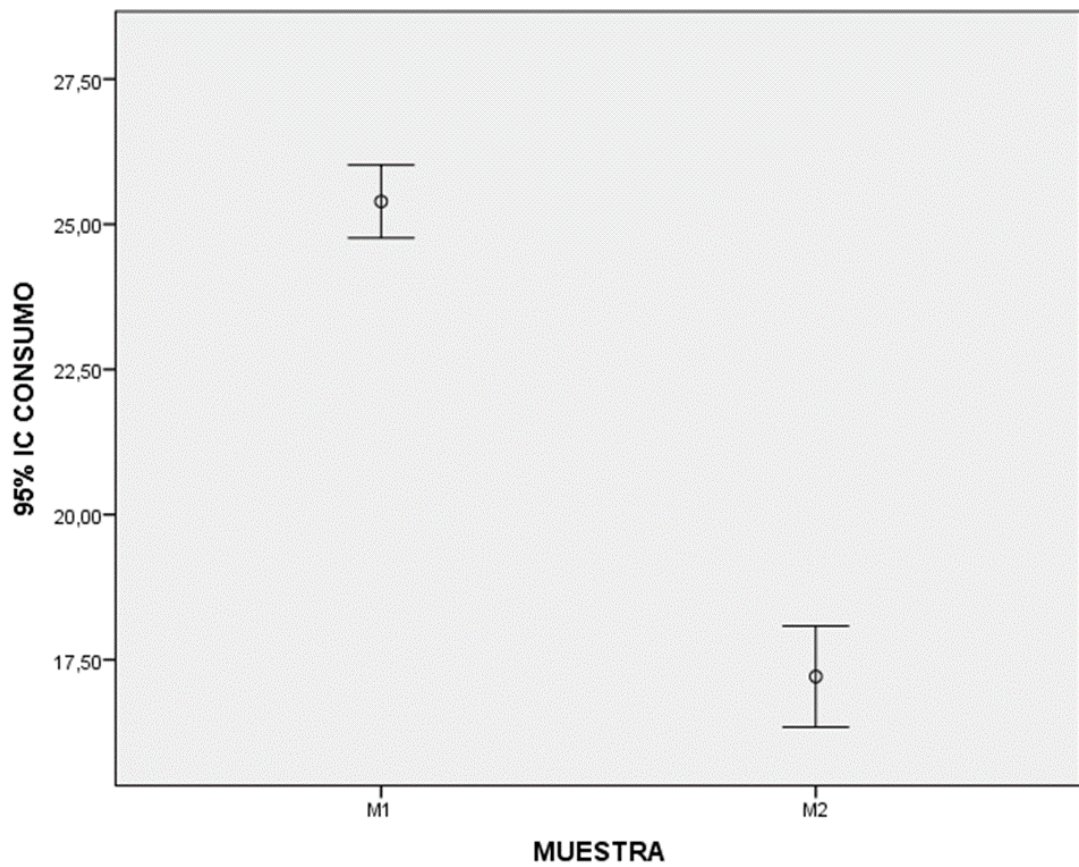
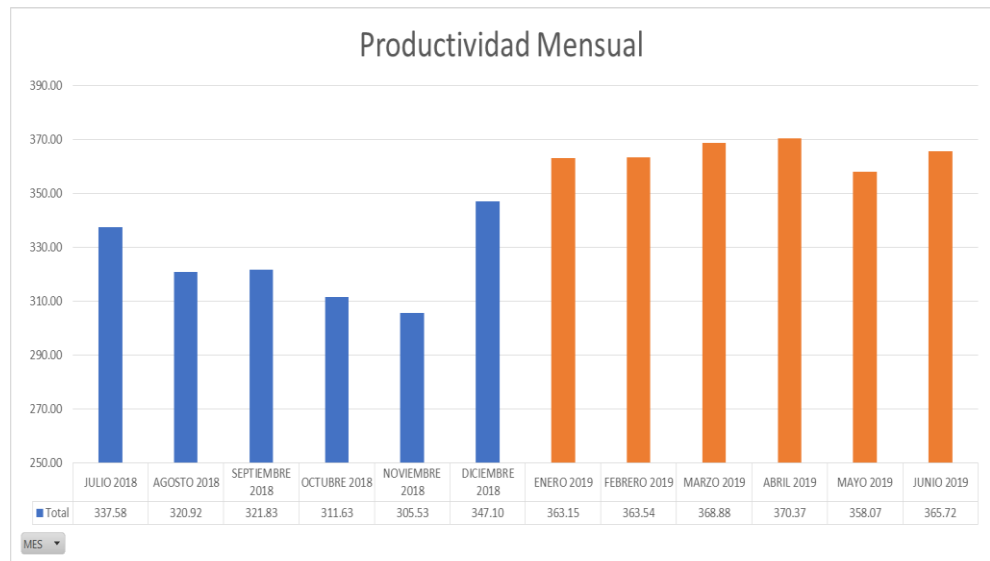


Figura 33: Medias de Consumo de Pintura

Fuente: SPSS.

5.3.4 Productividad

En la figura 34 se puede observar de manera gráfica un aumento en de la productividad mensual, donde de Julio 2018 a Diciembre 2018 es el periodo previo a la implementación de las Herramienta de Lean Manufacturing y donde de Enero 2019 a Junio 2019 posterior a la mejora.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 34: Productividad Mensual

A continuación, se muestra en la tabla 29 los datos estadísticos descriptivos del periodo Julio 2018 a Diciembre 2018 anterior a la aplicación de la mejora. La data está en el Anexo 27: Data de Productividad Antes de la Mejora

Tabla 29: Métricas Estadísticas de la M1 Productividad

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
PRODUCTIVIDAD	M1	Media		324.67	2.644
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	319.45	
			Límite superior	329.90	
		Media		323.65	
		Mediana		321.32	
		Varianza		1020.371	
		Desv. típ.		31.943	
		Mínimo		260	
		Máximo		414	
		Rango		155	
		Amplitud		44	
		Asimetría		0.431	0.201
		Curtosis		-0.166	0.399

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 30 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 30: Prueba Normalidad Productividad M1

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD	M1	0.058	146	.200*	0.983	146	0.070

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

A continuación, se muestra en la tabla 31 los datos estadísticos descriptivos del periodo Enero 2019 a Junio 2019 anterior a la aplicación de la mejora. La data está en el Anexo 28: Data de Productividad Después de la Mejora

Tabla 31: Métrica Estadística M2 Productividad

Descriptivos					
MUESTRA				Estadístico	Error típ.
PRODUCTIVIDAD	M2	Media		364.99	2.137
		Intervalo de confianza para la media al	Límite inferior	360.76	
			Límite superior	369.21	
		Media		363.96	
		Mediana		363.73	
		Varianza		657.384	
		Desv. típ.		25.639	
		Mínimo		308	
		Máximo		469	
		Rango		162	
		Amplitud		36	
		Asimetría		0.676	0.202
		Curtosis		1.448	0.401

Fuente: SPSS.

A continuación, en la Tabla 32 se verifica la normalidad de los datos del indicador, obtenidos en el periodo Anterior a la mejora. Las hipótesis a contrastar son:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 32: Prueba Normalidad Productividad M2

Pruebas de normalidad							
MUESTRA		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD	M2	0.051	144	.200 [*]	0.970	144	0.003

Fuente: SPSS.

Al interpretar los resultados se concluye:

Porque la muestra de datos (gl) fue mayor de 30 ($n > 30$), se Utilizará el test de Kolmogorov-Smirnov

El valor sig. Obtenido es mayor que 0.05, entonces se aceptó la H_0 (hipótesis Nula). Ya que se realizó la prueba de normalidad con 95% de confiabilidad.

Por lo tanto, se afirma que los datos obtenidos para el indicador número de reprocesos siguen una distribución normal.

Contrastación de Hipótesis de la variable Consumo de Insumos:

Hipótesis: Al implementarse las Herramienta de Lean Manufacturing mejorara la productividad de la empresa envasadora de GLP

H_0 = No existe una diferencia significativa entre la media de la productividad antes de la implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing y la media de la productividad después de la implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing

H_1 =Existe una diferencia significativa entre la media de la productividad antes de la implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing y la media de la productividad después de la implementación de las Herramientas de Lean Manufacturing

Definimos el nivel de significancia que será de: $\alpha = 0.05$

En la Tabla 33 observamos la prueba de Levene para determinar si existen varianzas iguales o diferentes, por lo tanto, si se tiene P – valor (Sig.) que es 0.006 el cual es menor al valor $\alpha = 0.05$, entonces No se asume varianzas iguales. Dicha tabla se realizó con la data de los Anexo 17 y Anexo 28

Al No tener varianzas iguales posteriormente se realiza la prueba T Student donde el P – valor Sig. (Bilateral) es 0.00 de la fila inferior y dicho valor es menor a $\alpha = 0.05$.

Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 donde comprueba que existe una diferencia significativa.

Tabla 33: Contrastación de Hipótesis Productividad

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza	
									Inferior	Superior
PRODUCTIVIDAD	Se han asumido varianzas iguales	7.527	0.006	-11.843	288	0.000	-40.31482	3.40421	-47.01511	-33.61453
	No se han asumido varianzas iguales			-11.860	276.620	0.000	-40.31482	3.39912	-47.00624	-33.62339

Fuente: SPSS.

Se observa de manera gráfica en la Tabla 34 y en la Figura 35 Las medias de los reprocesos comprobándose la reducción de los reprocesos y sus variaciones.

Tabla 34: Medias de Productividad

Estadísticos de grupo					
MUESTRA		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
PRODUCTIVIDAD	M1	146	324.67	31.94	2.64
	M2	144	364.99	25.64	2.14

Fuente: SPSS.

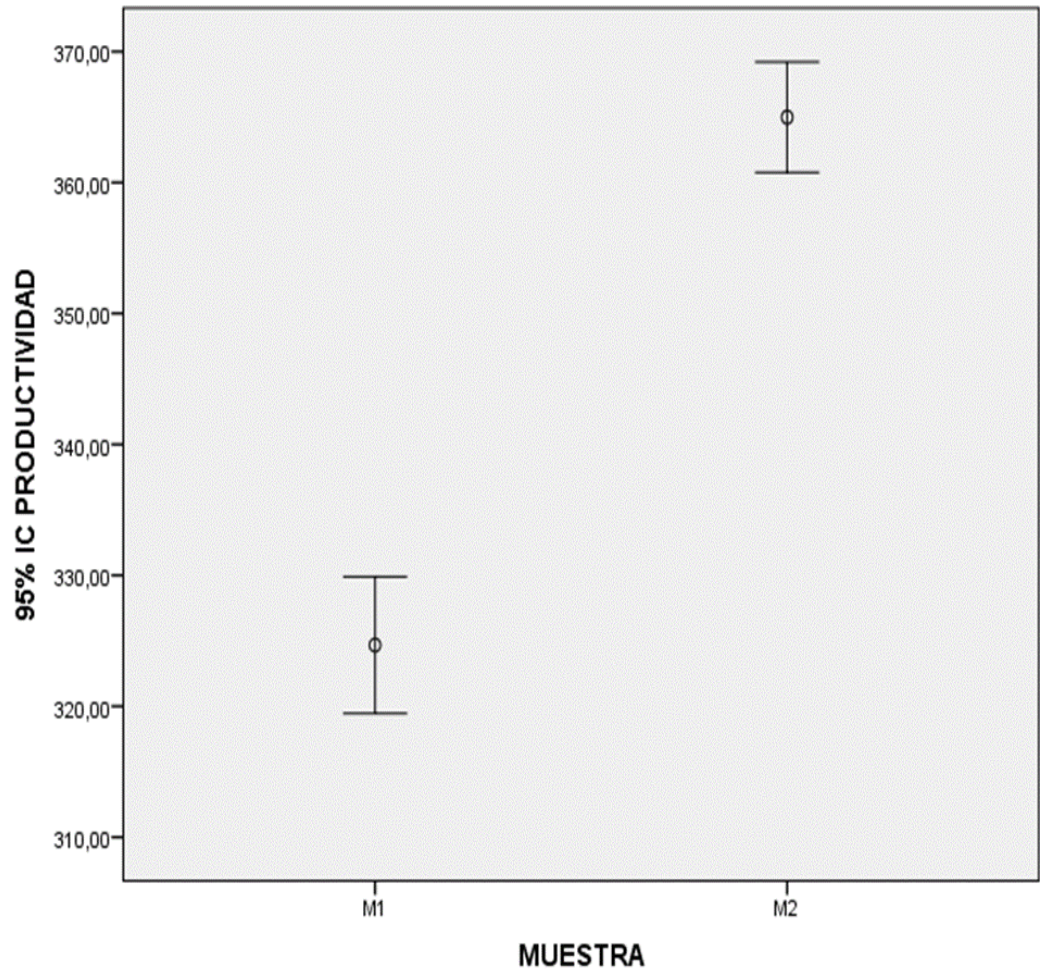


Figura 35: Medias Productividad

Fuente: SPSS.

Se muestra en cuadro resumen en la figura 36 con los resultados después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing

RESUMEN					
	ANTES DE LA MEJORA	%	DESPUES DE LA MEJORA	%	Unidad de medida
Reprocesos en producción	3289	100%	2285	69.47%	Unidades
Tiempos de cambio de lote de producción	29.79	100%	7.02	23.56%	Minutos
Consumo de recursos en producción	3707	100%	2479	66.87%	Galones
Productividad	330	100%	365.82	110.85%	Kg/Horas Hombre

Dias Muestra 1	Dias Muestra 2
146	144

22.53	15.87
-------	-------

Reprocesos en producción	-30.53%	Se redujo en un 30.53% de los reporescos con ayuda de las 8 D's
Tiempos de cambio de lote de producción	-76.44%	Se redujo en un 76.44% en los tiempos de cambio de lote de producción con ayuda del SMED
Consumo de recursos en producción	-33.13%	Se redujo en un 33.13% el consumo de los recursos en la producción con ayuda de las 5'S
Productividad	10.85%	La productividad aumento en un 10.85% la con ayuda de las herramientas Lean Manufacturing

Figura 36: Resumen de los resultados

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Según lo analizado durante la investigación se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1) Se demostró la Hipótesis específica 1 que tras aplicar la herramienta 8 Disciplinas ayudo a reducir los reprocesos en la producción, evidenciando una mejora en la línea de producción. Logrando que se reduzca la cantidad de balones a reprocesar, de 23 balones/ día a 16 balones/ día. Anexo 29
- 2) Se demostró la Hipótesis específica 2 que tras aplicar la herramienta SMED se llegó a disminuir los tiempos en los cambios de producción en un 76.44%, pasando de 29.79 minutos a 7.09 minutos. Anexo 29
- 3) Se demostró la Hipótesis específica 3 que tras aplicar la herramienta 5'S ayudo a reducir el consumo de los recursos (pintura) en la producción, se logró reducir de 3707 gln/ día a 2479 gln / día, obteniendo una reducción del 33.13% en consumo de los recursos (pintura). Anexo 29
- 4) Se demostró la Hipótesis General que con ayuda de las herramientas Lean Manufacturing se pudo mejorar la productividad en la empresa envasadora de GLP en un 10.85%, generando más ingresos para le empresa de manera que se vuelve más rentable y sin la necesidad de generar demasiadas horas extras. Anexo 29

RECOMENDACIONES

Tras haber realizado la siguiente investigación se siguieren las siguientes recomendaciones.

- 1) Se recomienda hacer un seguimiento periódicamente en la producción sobre el cumplimiento de las 8'D realizando pruebas de control de calidad para reducir la cantidad de productos a reprocesar.
- 2) Reuniones semanales con el personal de plataforma para mantener o seguir reduciendo los tiempos en los cambios de producción con ayuda del SMED, para tratar de evitar de generar sobretiempos.
- 3) Implementar afiches dirigidos a los trabajadores sobre el uso de las 5'S, para mantener en cuenta el ahorro de los recursos en el área de producción, sobre el excesivo consumo de los mismos por una inadecuada organización y limpieza en el ambiente de trabajo.
- 4) En las empresas del mismo rubro, es decir envasado de GLP, deberían implementar el uso de las herramientas Lean Manufacturing para contrarrestar los problemas que se manifiestan en el área de producción y de esta manera mejorar la productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

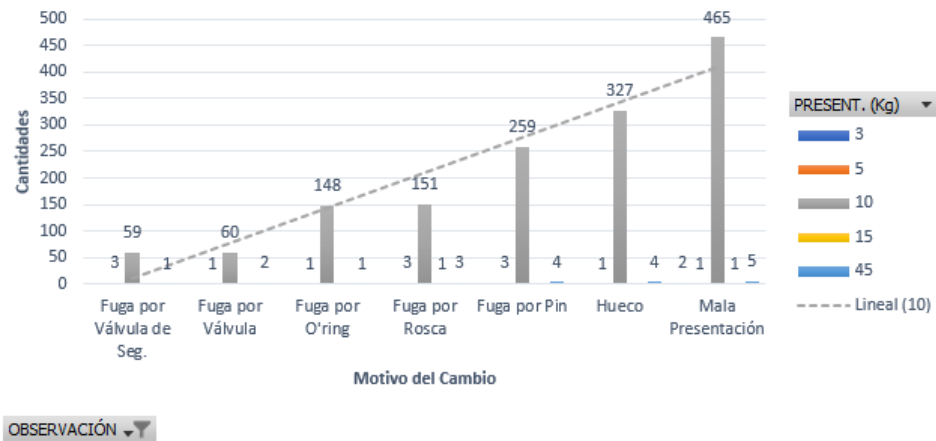
- Aguilar, C. (2016). *¿Cuáles Herramientas Utilizo: Kaizen, 5s, 6 Sigma, Tpm, Jit?*. Recuperado de <https://cyecompetitividad.wordpress.com/2016/12/13/cuales-herramientas-utilizo-kaizen-5s-6-sigma-tpm-jit/>
- Aldavert, J., Vidal, E., Lorente, J., Aldaver, X. (2016). *5S Para la mejora continua*. Madrid, España: Editorial Cims.
- Alukal, G., Manos, A. (2006). *Lean Kaizen a Simplified Approach to Process Improvements*. Mexico: ASQ Quality Press.
- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación* (Sexta ed.). Caracas: El Pasillo.
- Cadavid, L. (2008). *Justificación Conceptual De Un Modelo De Implemenctación De Lean Manufacturing*. Ecuador: Prentice-Hall.
- Carro, R., Gonzáles, D. (2010). *Productividad y Competitividad*. Recuperado de [http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02/productividad competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02/productividad%20competitividad.pdf).
- Castellanos, S. (2001). *Implementacion De Lean Manufacturing En La Linea Numero 7 De La Compañia Hoffman Planta De Reynosa*. México: Prentice-Hall.
- Chase, R., Jacobs, R., Aquilano, N. (2009). *"Administración de Operaciones y Cadena de Suministros" en distribucion de las instalaciones*. Mexico: McGraw- Hill In.
- Craig, A. (2016). *El Liderazgo Pivote*. En A. L. Craig (Ed) *El Liderazgo Pivote* (pág. 148). Bogotá, Colombia: Nuevo Camino.
- Díaz del Castillo, F. (2009). *Lecturas de Ingenieria*. San Luis, Argentina: Nueva Década.
- Ercue. (2010). Osinergmin Recuperado de <http://www.osinergmin.gob.pe>
- Espinoza, M. (Noviembre de 2012). *Aplicación De Herramientas De Lean Manufacturing En Las Líneas De Envasado De Una Planta Envasadora De Lubricantes*. (Tesis de Pregrado): Universidad de San José. Costa Rica

- Gallegos, A. C. (2016). *Implementación De Herramientas De Lean Manufacturing En El Área De Empaque De Un Laboratorio Farmaceutico*. Mexico: Prentice-Hall.
- García, R. (2005). *Proximidad para medir el trabajo*. Mexico: McGraw- Hill
- Geoffrey, M. (2006). *Kaizen, Event Implementation Manual*. Madrid, España: SME.
- González, G. D. (2017). *Mejora De La Productividad Con Herramientas De Manufactura Esbelta Par El Área De Confecciones De Bividis En La Empresa M&B Textiles*. (Tesis de Pregrado): Universidad Estatal de Cuenca. Cuenca, Ecuador
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación (5 's.)*. México: McGraw-Hill.
- Kalpakjian, S., Schmid, S. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. En S. R. Serop Kalpakjian (Ed) *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Bogotá, Colombia: Nuevo Camino.
- Martín, M. (2010). *Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería de Software*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Morillas, A. (2010). *Muestreo en Poblaciones Finitas*. Recuperado de <http://www.u-cursos.cl>
- Osinergmin. (2011). Osinergmin Recuperado de <http://www.osinergmin.gob.pe>
- Otzen, T., Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Temuco: McGraw-Hill
- Padilla, L. (2010). Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta. En L.E. Caceres (Ed) *Ingeniería Primero*., Bogotá, Colombia: Nuevo Camino.
- Parella, S., Martins, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. San Luis, Argentina: Nueva Década.
- Porto, J. (2018). *Lean Solutions*. Recuperado de <https://definicion.de/manufactura/>
- Rajadell, M., Sanchez, J. (2010). *Lean Manufacturing "La evidencia de una necesidad"*. Madrid - España: Díaz de Santos.

- Ramos, J. (2012). *Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos de una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. (Tesis de Pregrado): Universidad Nebrija. Madrid, España
- Rey , F. (2005). *Las 5S: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: FC Editorial.
- Saaveda, L. (2013). *Mejora de la Línea de Producción de Mango Fresco en la Empresa Gandules ING SAC*. (Tesis de Pregrado):Universidad Señor de Sipán. Chiclayo
- Salazar, B. (2006). *IngenieriaIndustrialOnline.com*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/delimitaci%C3%B3n-y-cronometraje-del-trabajo/>
- Sánchez, H., Reyes, C. (1998). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima: Editorial Mantaro.
- Shingo, S. (1990). *Una revolucion en la produccion*. San Luis, Argentina: Nueva Década.
- Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. Madrid, España: Editorial Norma.
- Solutions, L. (2001). *Lean Solutions*. Recuperado de <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/>
- Tamayo M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa SA.
- Womack, J. (2005). *Lean Solutions*. Recuperado de <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/>

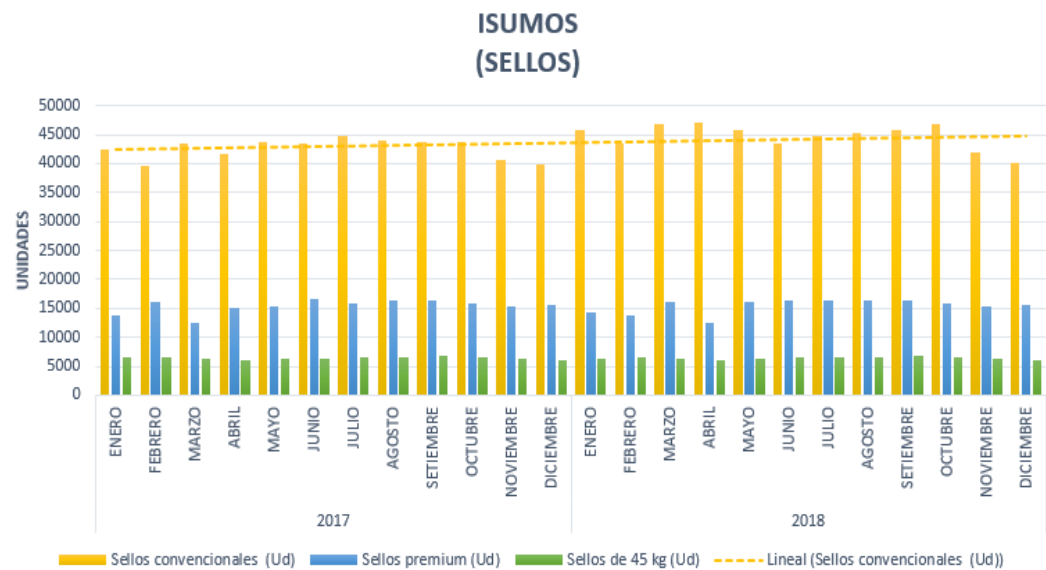
ANEXOS

Anexo 1: Productos Devueltos - Cambios 2018



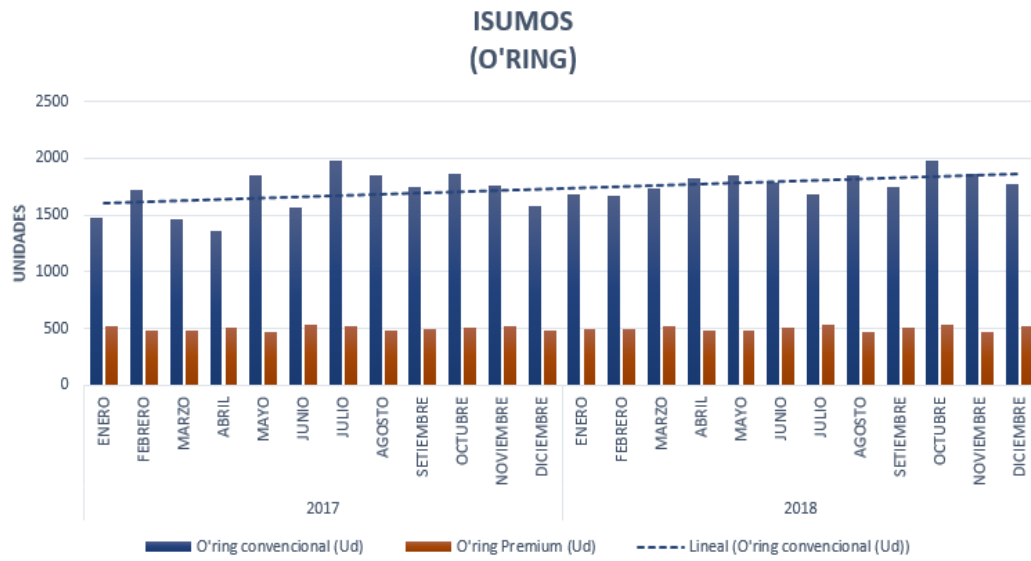
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Insumos (sellos)



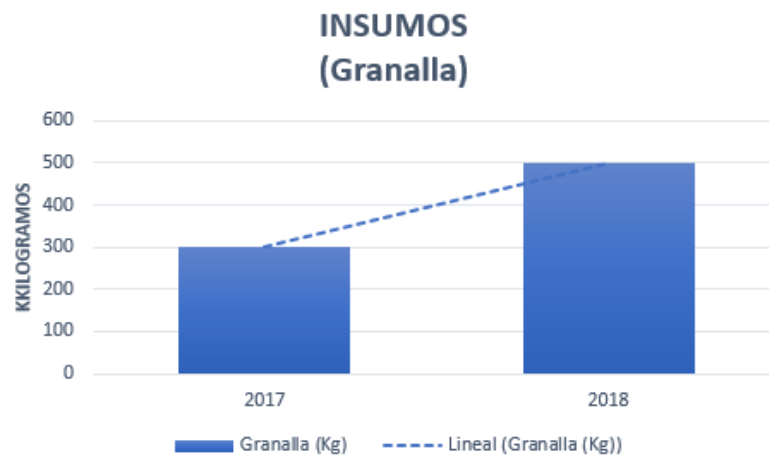
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Insumos O'Ring



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Insumos Granalla



Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Matriz de Consistencia

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE UNA EMPRESA ENVASADORA DE GLP BASADO EN HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING				
Problema General	Objetivo Principal	Hipótesis General	Variables	METODOLOGÍA
¿De qué manera las herramientas lean manufacturing mejora la productividad en una empresa envasadora de GLP?	Implementar de las herramientas lean manufacturing para mejorar la productividad en una empresa envasadora de GLP	Al implementarse las herramientas lean manufacturing mejorara la productividad de la empresa envasadora de GLP.	Independiente (X)	Tipo de investigación;
			Implementación de herramientas de Lean Manufacturing	La investigación es aplicada
Problemas específicos	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificas	Dependiente (Y)	Método de de investigación;
¿De qué manera la implementación de las 8d's reduce los reprocesos en la producción?	Implementar las 8d's para reducir los reprocesos en la producción.	Al implementarse las 8d's se reducirá los reprocesos en la producción.	Productividad	La investigación es Cuasi Experimental
¿De qué manera la implementación del SMED reduce los tiempos en los cambios de lote de producción?	Implementar el SMED para reducir los tiempos en los cambios de producción.	Al implementarse el SMED se reducirá los tiempos en los cambios de producción.	Población: La población comprende la producción diaria en la línea de envasado la cual se encuentra registrada en hojas de cálculo.	Diseño de la investigación
¿De qué manera la implementación de las 5'S reduce el consumo de recursos en la producción?	Implementar las 5'S para reducir el consumo de recursos en la producción.	Al implementarse las 5'S se reducirá el consumo de recursos para la producción.	Muestra Datos obtenidos de la línea de una empresa de envasadora de GLP de Lima Metropolitana antes y despues de la mejora	La investigación es post experimental prospectivo.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6: Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Descripción
Independiente (X)			
Implementación de herramientas de Lean Manufacturing	- Implementación de las 8D	Se implementa / No se implementa	Las 8 Disciplinas es una metodología Sistemática para identificar, corregir y eliminar problemas.
	- Implementación del SMED	Se implementa / No se implementa	Es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos
	- Implementación de las 5S	Se implementa / No se implementa	Filosofía conformada por 5 pasos que ayudan a la mejora de procesos
Dependiente (Y)			
Productividad en la línea de envasado de GLP	- Número de reprocesos	Balones Reprocesados / día	Este indicador mide la cantidad de balones que se han reprocesado cada día
	- tiempos en los cambios de producción	minutos	Duración de los cambios de producción, este tiempo debe reducirse para tener mayor tiempo productivo
	- Estandarizar el consumo de recursos	gl. De pintura / día	Determinar el consumo de galones de pintura para evitar desperdicios del insumo

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7: Situación actual de la empresa

a) Mercado

La empresa actualmente es la que tiene mayor preferencia y garantía por parte de los consumidores. Podemos observar a detalle sus principales competidores, provincias y distritos en los que están ubicado los puntos de venta tal y como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35: Mercado de la empresa Llamagas S.A. – Planta Lurín

Demanda	2000 cilindros al día los cuales más de la mitad son consumidos en Lima Metropolitana
Posicionamiento	66 % del mercado en el distrito de Villa el Salvador
Principal competencia	Sol gas, Lima gas, entre otros
Productos sustitutos	.- Leña
	.- Gas natural
	.- Energía Eléctrica
	.- Ron de quemar
Provincias y distritos	Chilca, Punta Hermosa, Surco, Asia, Mayorazgo, Primavera, San Juan de Miraflores, Miraflores, Lince, Magdalena, Villa el Salvador, Independencia, Ate, Jauja.

Fuente: Elaboración propia

Aún con la demanda actual la empresa busca ser más competitiva y llegar a más clientes con un menor precio

b) Ubicación

La planta Lurín se encuentra en la Av. Pachacutec N° 7045 – Tablada de Lurín. Distrito de Villa María del Triunfo. En la planta se realizan las operaciones de Almacenaje de Combustible en tanques Estacionarios, Área de recepción de camiones de clientes, oficinas administrativas y área de

envasado de balones de GLP y área de despacho. Se puede observar el plano en la Figura 37.

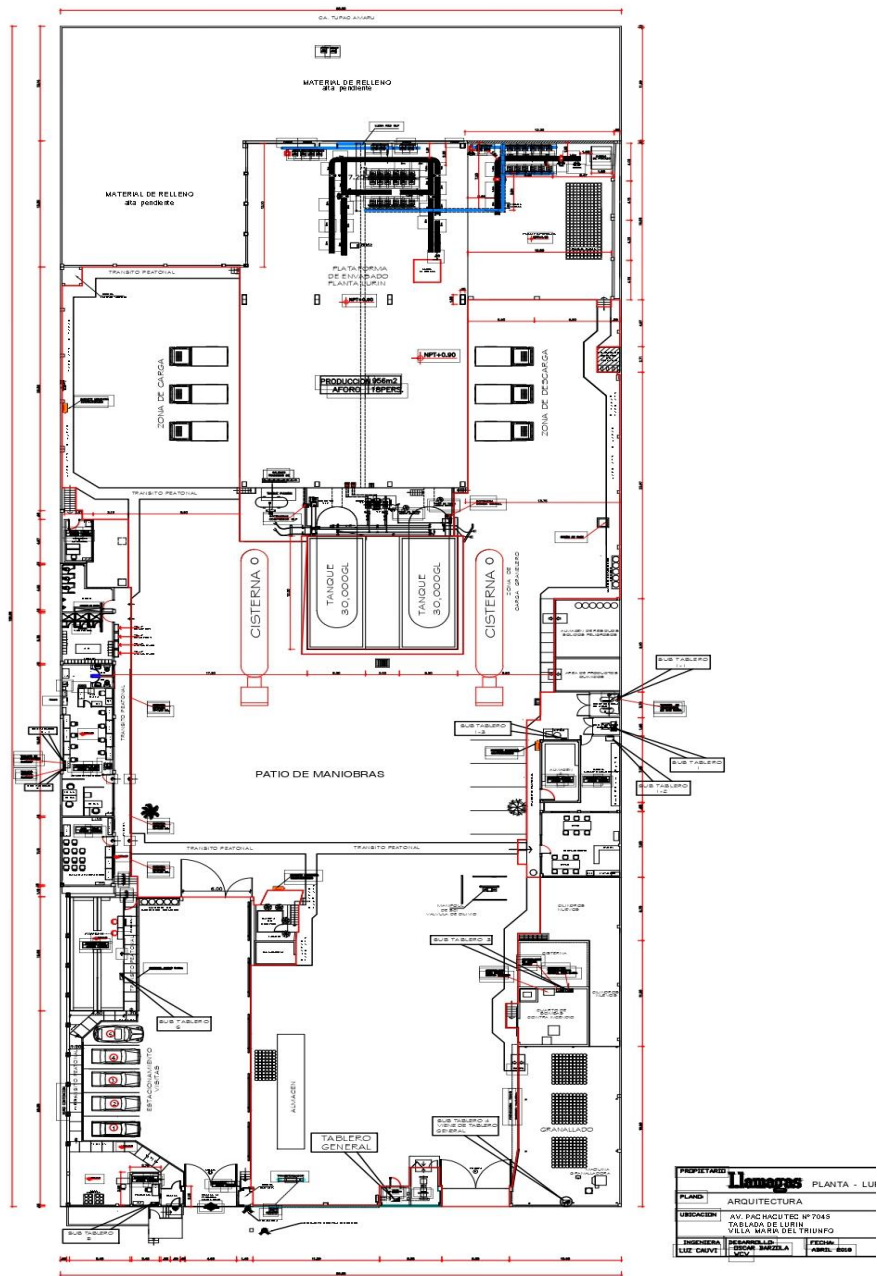


Figura 37: Plano de la planta Lurín

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

c) Visión

Su visión es:” Ser la empresa líder en el envasado, distribución y comercialización de GLP, apuntando a cubrir las exigencias del mercado con la implementación de nuevos productos de alta tecnología que permita brindar más seguridad al consumidor”

d) Misión

Su misión es: “Satisfacer las necesidades del cliente y de las industrias del país, brindando un servicio basado en la calidad, puntualidad y seguridad”

e) Política de calidad

Llamagas S.A trabaja intensamente para satisfacer los requerimientos de sus clientes brindando servicios de Envasado y comercialización de GLP, con estándares de Calidad, Seguridad, Salud en el trabajo y Cuidado del Medio Ambiente, promoviendo la mejora continua del Sistema Integrado de Gestión de Calidad, Seguridad, Salud en el trabajo y Medio Ambiente en sus procesos para la mejora del desempeño del Sistema Integrado de Gestión, así como la capacitación permanente de su personal.

f) Personal

Se detalla una lista de trabajadores que laboran en cada una de las áreas correspondientes de la empresa Llamagas S.A (Planta Lurín) (Tabla 36).

Tabla 36: Personal que labora en Llamagas S.A. – Planta Lurín

AREA	CANTIDAD	PUESTO
Gerencia	1	Gerente General
Contabilidad	1	Jefe de contabilidad
	1	Asistente contable
Logística	1	Asistente de logística
	4	Choferes
	7	Ayudantes
Producción	1	Supervisor de producción
	3	Asistente de producción
	12	Operarios
Ventas	1	Jefe de ventas granel
	1	Jefe de ventas envasado
Administración y mantenimiento	1	Personal de limpieza
	2	Seguridad
	1	Jefe de Mantenimiento
	1	Tecnico de mantenimiento
Recursos humanos	1	Gerente de administración de finanzas y RRHH
	1	Asistente de RRHH

Fuente: Elaboración propia

g) Organización

La empresa Llamagas S.A cuenta con un organigrama actualizado a la fecha, el cual se puede observar a continuación. (Figura 38)

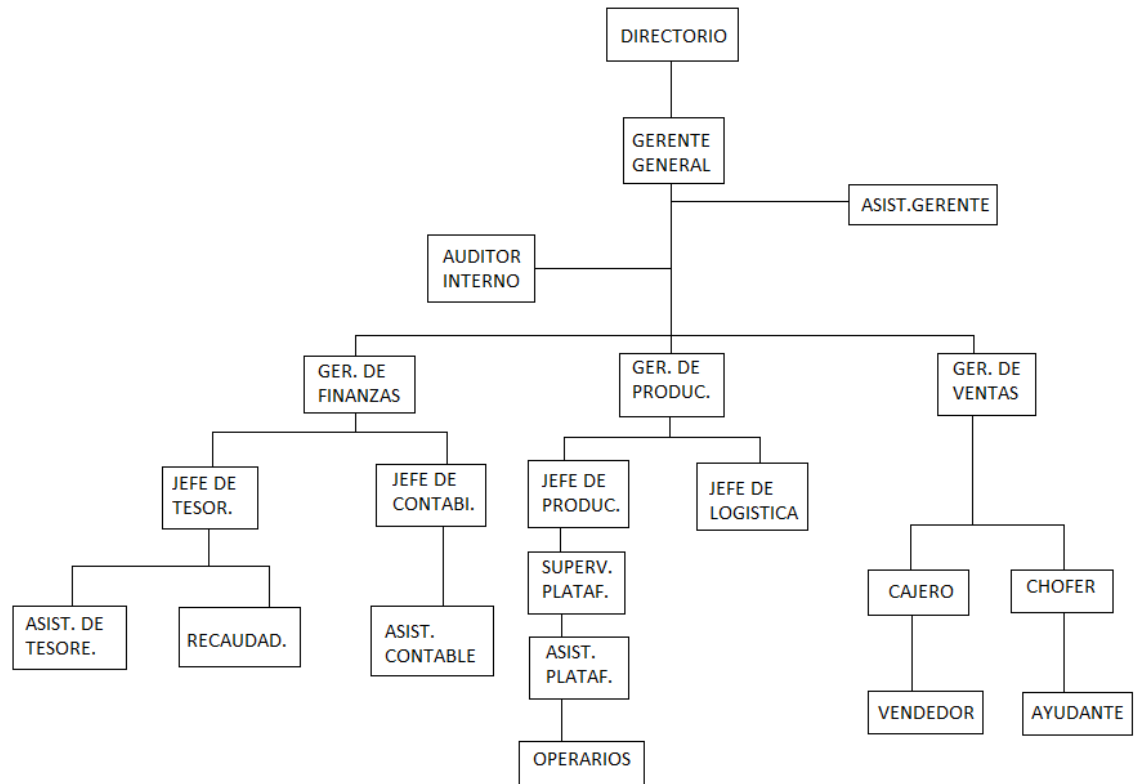


Figura 38: Organigrama de la Empresa Llamagas S.A

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Reprocesos de Producción Antes de la Mejora

Los reprocesos en producción se generan principalmente por un fallo en el área de control de fuga y limpieza de balones.

Control de fuga: esta actividad consiste en realizar pruebas de hermeticidad con ayuda de agua con jabón y un probador (convencional o premium), con esta actividad se puede determinar si el balón no presenta fallas en la parte de la válvula de seguridad o si necesita un cambio de O'ring, dando la seguridad de que el balón se encuentra en buenas condiciones para su distribución. (Figura 39).



Figura 39: Prueba de hermeticidad (control de fuga) Llamagas S.A

Fuente: Llamagas S.A.

Limpieza de balones: esta actividad consiste en la limpieza y segregación de balones que entran a la línea de envasado para su correcto pintado y envasado.

Los balones son seleccionados según a la estación del año, si es verano puede ingresar balones de todos los colores, pero en invierno son separados en colores oscuros y claros para ser acercados al área de pintado para que ingresen a la línea de envasado, deben contar con una presentación adecuada (balones de contextura

lisa y mínimas capas de pintura), contar con la Asa y Base del balón en buenas condiciones (sin dobladuras en el asa y sin rupturas en la base). (Figura 40)



Figura 40: Limpieza y apilado de balones vacíos para pintar

Fuente: Llamagas S.A.

Al no realizar correctamente estas funciones, por temas de hacer las cosas rápido es que se genera productos para reprocesos, los cuales son identificados en la misma línea de producción o son devueltos por los clientes (conocidos como cambios). Generando un déficit en la productividad, debido a que reprocesar estos productos no sumas a la producción, ocasionando que no se llegue a los indicadores diarios. (Figura 41)



Figura 41: Balones devueltos por los clientes y observados en producción

Fuente: Llamagas S.A

Anexo 9: Fragmento de la Data Reprocesos Muestra 1

FECHA	PRESENT. (K)	TARA (Kg)	PESO TOTAL (l)	GLP (Kg)	GLP FALTANTE (l)	PESO	OBSERVACIÓN
01/12/18	10	10.12	20.1	9.98	0.02	COMPLETO	carachoso
	10	10.48	20.46	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.08	20.06	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.88	18.12	7.24	2.76	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	9.88	19.86	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	9.06	19.08	10.02	-0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.18	19.02	8.84	1.16	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.66	20.66	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.5	20.02	9.52	0.48	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.4	19.1	8.70	1.30	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.76	18.14	7.38	2.62	INCOMPLETO	mala presentacion
	10	9.28	19.28	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	9.52	18.72	9.20	0.80	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.5	16.4	5.90	4.10	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.58	20.56	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
10	10.66	20.66	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.78	20.1	9.32	0.68	INCOMPLETO	fuga x orring	
10	10.12	20.1	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.16	10.16	0.00	10.00	INCOMPLETO	fuga x hueco	
03/12/2018	10	9.88	19.86	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.8	20.8	10.00	0.00	COMPLETO	carachoso
	10	10.2	20.2	10.00	0.00	COMPLETO	carachoso
	10	9.78	19.78	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	9.16	19.16	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	9.8	18.2	8.40	1.60	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.54	18.12	7.58	2.42	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.66	20.64	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.84	20.84	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	9.88	19.86	9.98	0.02	COMPLETO	carachoso
	10	10.32	20.3	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.74	14.14	3.40	6.60	INCOMPLETO	mala presentacion
	10	10.06	20.04	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.04	18.26	8.22	1.78	INCOMPLETO	fuga x orring
	4/12/2018	10	9.66	19.64	9.98	0.02	COMPLETO
10		9.54	19.54	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.02	17.32	7.30	2.70	INCOMPLETO	mala presentacion
10		10.88	20.88	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.74	20.74	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.72	20.7	9.98	0.02	COMPLETO	mala presentacion
10		9.84	19.82	9.98	0.02	COMPLETO	carachoso
10		10.54	20.52	9.98	0.02	COMPLETO	mala presentacion
10		10.2	20.2	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.2	20.2	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.4	20.4	10.00	0.00	COMPLETO	carachoso
10		10.6	20.6	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
10		10.52	18.44	7.92	2.08	INCOMPLETO	fuga x orring
10		10.18	17.32	7.14	2.86	INCOMPLETO	fuga x orring
10		10.4	12.4	2.00	8.00	INCOMPLETO	mala presentacion
10	9.16	19.16	10.00	0.00	COMPLETO	mala presentacion	
10	9.84	19.82	9.98	0.02	COMPLETO	carachoso	
10	9.26	19.24	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.78	20.76	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.32	20.3	9.98	0.02	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.08	16.4	6.32	3.68	INCOMPLETO	mala presentacion	
10	10.06	20.02	9.96	0.04	COMPLETO	no encaja regulador	
10	10.5	19.02	8.52	1.48	INCOMPLETO	fuga x orring	
05/12/2018	10	10.8	20.1	9.30	0.70	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.8	15.1	4.30	5.70	COMPLETO	mala presentacion
	10	10.5	20.5	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.7	20.7	10.00	0.00	COMPLETO	carachoso
	10	10.48	20.48	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.78	20.76	9.98	0.02	COMPLETO	carachoso
	10	10.64	20.64	10.00	0.00	COMPLETO	no encaja regulador
	10	10.14	20.12	9.98	0.02	COMPLETO	mala presentacion
	10	11.2	21.18	9.98	0.02	COMPLETO	mala presentacion
	10	11.8	21.76	9.96	0.04	COMPLETO	no encaja regulador

Anexo 10: Detalle de Tiempos de cambio de lote antes de la mejora

Debido a que la empresa Llamagas S.A cuenta actualmente con dos tipos de productos (Llamagas y Ahorragas) utilizando 2 tipos de pintura para cada producto (Morado para el balón y blanco para el sello de Llamagas). (Figura 42) y (Gris para el balón y azul para el sello de Ahorragas). (Figura 43).



Figura 42: Balones Llamagas

Fuente: Llamagas S.A



Figura 43: Balones Ahorrogas

Fuente: Llamagas S.A.

El cambio de producto debido a que no es programado se pierde demasiado tiempo en preparación de los equipos. Se dieron 53 cambios de balones de 10 Kg. LLAMAGAS a balones de 10 Kg. AHORROGAS.

Para poder preparar las pistolas de pintado se pierde demasiado tiempo cerca de 30 minutos debido a que se debe purgar con thinner para que no quede remanente de pintura y no se mezclen debido a que la empresa cuenta con solo 3 bombas de pintado para la línea de envasado de 10kg. De misma manera sucede con la pistola que es utilizada para el emblema los balones. (figura 44) y (figura 45).

Fuente: Llamagas S.A.



Figura 44: Preparado de emblema



Figura 45: Pintado de emblema

Fuente: Llamagas S.A.

PREPARADO DE LOS EQUIPOS LLAMAGAS A AHORRAGAS

Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	25.2	26.1	25.2	24.3	25.2	24.4	24.5	23.1	24.4	25.3	24.75	100%	20%	29.70	29.70		El pintor debe realizar el cambio de pintura a gris, esto abarca desde llenar las bombas de pintura hasta terminar de purgar las pistolas para comenzar a pintar.
2	Pistola de embledo	8.1	7.5	7.35	8.25	8.02	7.48	7.53	7.49	8.23	8.14	7.81	100%	20%	9.37	9.37		El embleador debe realizar el cambio de pintura a azul, esto abarca desde llenar su pistola de trabajo hasta terminar de purgar la pistola para comenzar a pintar.

PREPARADO DE LOS EQUIPOS AHORRAGAS A LLAMAGAS

Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	13.1	11.2	10.4	12.2	12.1	10.4	9.8	13.2	8.2	8.6	10.91	100%	20%	13.09	13.09		El pintor debe realizar el cambio de pintura de gris a morado, esto abarca desde llenar las bombas de pintura hasta terminar de purgar las pistolas para comenzar a pintar.
2	Pistola de embledo	3.2	4.5	3.8	5.2	4.5	4.4	4.1	4.4	5.0	4.6	4.36	100%	20%	5.23	5.23		El embleador debe realizar el cambio de pintura de azul a blanco, esto abarca desde llenar su pistola de trabajo hasta terminar de purgar la pistola para comenzar a pintar.

Figura 46: fragmento de tiempos de cambio de producción

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Consumo de Recursos antes de la mejora

Todos los recursos que son utilizados para el envasado de cilindros van desde los balones vacíos, pintura, sellos, GLP, etc.

Debido a que los balones no están con una buena presentación, algunos balones son separados (figura 47). clientes devuelven o traen sus balones para que sean pintados y envasados por la empresa, estos balones son recibidos por el asistente de plataforma los cuales pueden ser rechazados o aceptado (figura 48), los cuales son clasificados en cilindros para mantenimiento, canje o granallado, pero existen excepciones en las cuales el asistente de plataforma no llega recibir los balones traídos por los clientes ocasionando que todos los balones estén combinados(figura 49) ocasionado que algunos balones que no estén presentables sean pintados y ocasionando que se consuman recursos innecesarios.



Figura 47: Balones separados para granallar, canje y mantenimiento

Fuente: Llamagas S.A



Figura 48: Balones separados para granallar, canje y mantenimiento

Fuente: Llamagas S.A.



Figura 49: Balones Rechazados

Fuente: Llamagas S. A

Debido a que la quinta parte de los balones que son traídos por los clientes tienen demasiadas capas de pintura, estos balones no pueden ser pintados y son facturados por los clientes para realizar un proceso de granallado (figura 50), Estos balones son los que consumen mayor cantidad de pintura debido a que la pintura hace contacto directo de los balones.

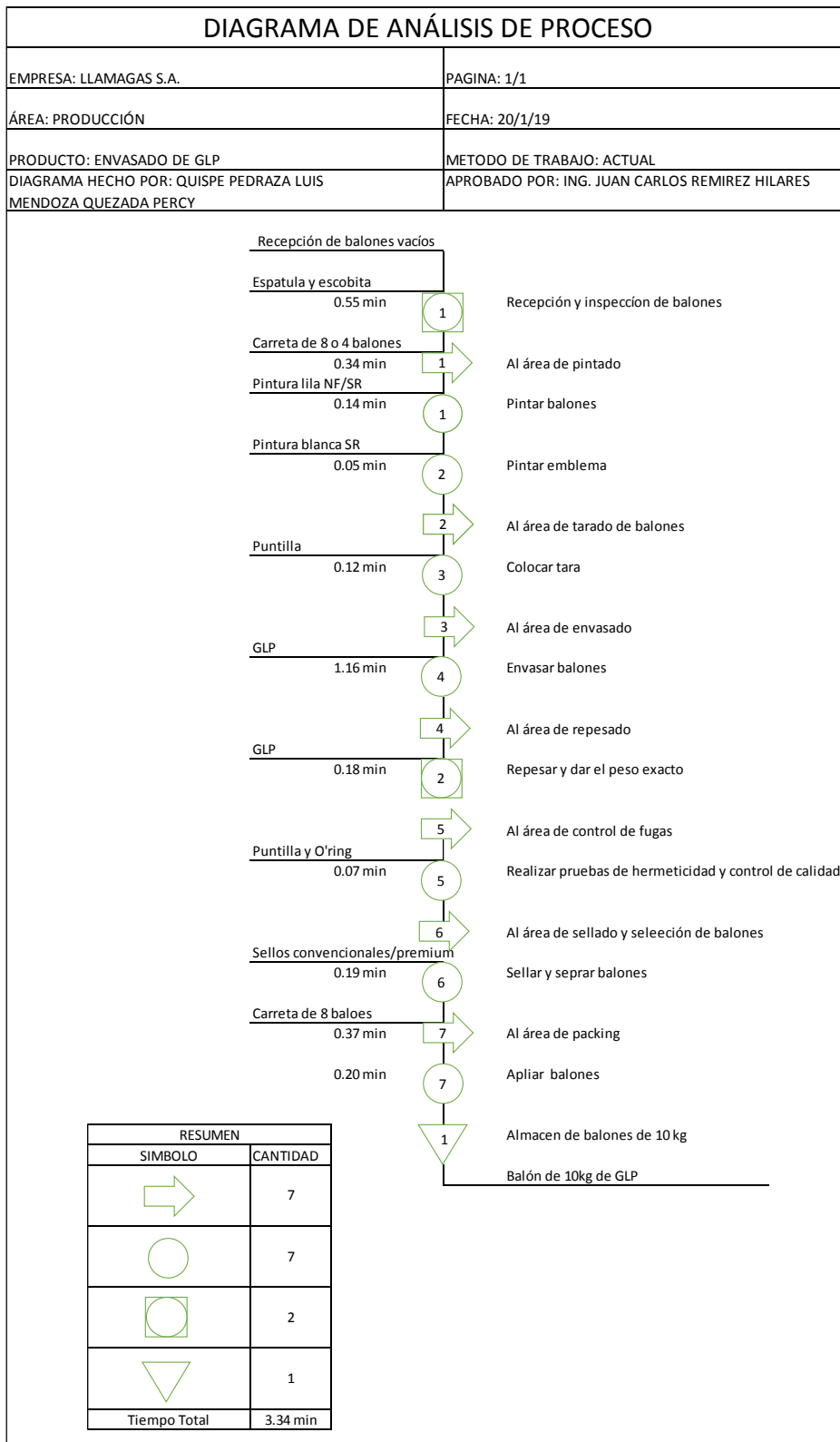


Figura 50: Balones granallados

Fuente: Llamagas S.A.

Luego de haber realizado la medición de distancia y toma de tiempos en cada puesto de trabajo que conforma el proceso de envasado. Área de recepción, Área de pintado, Área de pintado de logo, Área de taro, Área de envasado, Área de repesado, Área de control de fuga, Área de sellado y selección de cilindros y Área de packing; se procederá a realizar el Diagrama de Análisis del Proceso cuya finalidad es definir, estandarizar o encontrar áreas de un proceso a mejorar, esto se puede observar en el Anexo 12

Anexo 12: Diagrama del Análisis del Proceso



Anexo 13: Fragmento de la Data Productividad Antes de la Mejora

PRODUCTIVIDAD PLATAFORMA LURÍN 2018									
SEPTIEMBRE	724155	14	6.56	MEDIA	321.71				
DATOS DE LA FECHA				RESULTADOS OBTENIDOS			▲ DIFERENCIAS		
FECHA	Kg Producidos	Op. Efectivos	Horas Efectivas	Kg GLP/h	Kg GLP/h.hombre	Cil. 10 Kg/h	▲ Kg Producidos	▲ Kg GLP/h.hombre	▲ Cil. 10 Kg/h
01/09/2018	38178	13	8	4,772	367.10	477	3,858	37.10	48
03/09/2018	31094	14	7	4,442	317.29	444	-1,246	-12.71	-18
04/09/2018	38544	14	8	4,818	344.14	482	1,584	14.14	20
05/09/2018	31305	14	6	5,218	372.68	522	3,585	42.68	60
06/09/2018	26755	13	6	4,459	343.01	446	1,015	13.01	17
07/09/2018	31297	14	6	5,216	372.58	522	3,577	42.58	60
08/09/2018	22732	13	6	3,789	291.44	379	-3,008	-38.56	-50
10/08/2018	30275	14	7	4,325	308.93	433	-2,065	-21.07	-30
11/08/2018	30629	14	6	5,105	364.63	510	2,909	34.63	48
12/08/2018	27150	14	6	4,525	323.21	453	-570	-6.79	-10
13/08/2018	31740	14	7	4,534	323.88	453	-600	-6.12	-9
14/08/2018	21124	14	5	4,225	301.77	422	-1,976	-28.23	-40
15/08/2018	25180	14	5	5,036	359.71	504	2,080	29.71	42
17/09/2018	36197	15	8	4,525	301.64	452	-3,403	-28.36	-43
18/09/2018	30080	13	7	4,297	330.55	430	50	0.55	1
19/09/2018	22205	15	5	4,441	296.07	444	-2,545	-33.93	-51
20/09/2018	31480	13	8	3,935	302.69	394	-2,840	-27.31	-36
21/09/2018	29700	15	7	4,243	282.86	424	-4,950	-47.14	-71
22/09/2018	24930	13	7	3,561	273.96	356	-5,100	-56.04	-73
24/09/2018	30075	13	7	4,296	330.49	430	45	0.49	1
25/09/2018	29420	13	7	4,203	323.30	420	-610	-6.70	-9
26/09/2018	24225	14	6	4,038	288.39	404	-3,495	-41.61	-58
27/09/2018	23675	14	6	3,946	281.85	395	-4,045	-48.15	-67
28/09/2018	25510	14	6	4,252	303.69	425	-2,210	-26.31	-37
29/09/2018	30655	13	7	4,379	336.87	438	625	6.87	9

Fuente: Llamagas S.A. (2018)

Anexo 14: Implementación de las 8 Disciplinas

D1: Enfoque de Equipo:

De las personas con más conocimiento del proceso y del producto se conformó un equipo funcional de cruz (CFT) que aporte conocimientos, desde la mala segregación de balones hasta el control de calidad y sellado, la finalidad de establecer un objetivo y resolver los problemas mencionados, los integrantes de este equipo está conformado por:

- Supervisor de plataforma del área de operaciones
- Asistentes de operaciones

D2: Descripción del problema

Los reprocesos en producción se generan principalmente por fallos detectados en el área de control de fuga, con ayuda de agua con jabón y un probador, se determina si el balón presenta fallas en la parte de la válvula de seguridad o si necesita un cambio de O'ring,

En el área de Limpieza de balones, estos son seleccionados según a la estación del año, si es verano puede ingresar balones de todos los colores, pero en invierno son separados en colores oscuros y claros para ser acercados al área de pintado para que ingresen a la línea de envasado, debido a que los colores claros tienden a mostrar mayor cantidad de defectos

Para ello se utilizaron la herramienta de los ¿5 por qué? en la Figura 51.


		5 ¿POR QUÉ? - REPROCESOS EN PRODUCCIÓN					MC-F-16
							Edición: 01
¿Porque hay reprocesos en producción?	porque hay balones con mala presentacion	1st Why	2nd Why	3rd Why	4th Why	5th Why	ROOT CAUSE
		¿Y por qué tiene mala presentación?	¿Y por qué se pintan balones con demasiadas capas de pintura, dobleces y abolladuras?				Incorrecta selección de los balones
		Porque se pintan balones con demasiadas capas de pintura, dobleces en el ase o base, abolladuras.	porque no realizan una segregación correcta de los balones				
	porque hay problemas con el O'ring	1st Why	2nd Why	3rd Why	4th Why	5th Why	ROOT CAUSE
		¿Y por qué hay problemas con el O'ring?	¿Y por qué esta desgastado el O'ring?	¿Y por qué se da el inadecuado cambio de O'ring?			Operario inapropiado en el puesto
		porque algunos balones que ya envasados no cuentan con o'ring o este esta desgastado	por el uso constante del balon e inadecuado cambio de O'ring	por temas de velocidad por parte de los operarios no llega a cambiarse correctamente el O'ring			
	1st Why	2nd Why	3rd Why	4th Why	5th Why	ROOT CAUSE	
	Porque hay problemas con la valvula de seguridad	¿Y por qué hay problemas con la valvula de seguridad?	¿Y por qué la valvula es antigua?	¿Y por qué tiene problemas con el ping?	¿Y por qué falla al ser probado?		Balones que tienen valvulas antiguas.
		porque la valvula es antigua	portiene mas de 15 años en circulación, teniendo problemas internos como el ping	porque debido que es demasiado antiguo el ping de la valvula esta demasiada desgastada y tiende a fallar al ser probado.	porque con ayuda con el probado al ejercerce presión se puede identificar si el ping esta firme o no.		

Figura 51: ¿5 Por Qué?

Fuente: Llamagas S.A. (2019)

Las causas Raíz fueron:

- La inadecuada selección de balones
- Tema de personal inadecuado
- Balones con válvulas antiguas

D3: Solución provisional o contención de acción

Se llegó a desarrollar un programa de asignación semanal (10 semanas), con todos los operarios para poder ubicarlos de forma estratégica e identificar que operarios se desenvuelven mejor en ciertos puesto de trabajo, debido a la salida e incorporación de operarios. Como se muestra en la figura 52 donde se ve la primera semana del año 2019

ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ENVASADO DE CILINDROS DE 10 KG

MAÑANA

Personal	Limpieza	Pintado	Embleado	Tara	Envasado	Rellenado	Control de fuga	Colocar sellos	Colocación de cil	Paking
CERES TORRES RUBEN										
CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO	VACACIONES									
GUERRERO MONTALVAN LEONIDAS										
HUAMANI CASTRO OSWALDO										
HUAMANI FLORES MANUEL										
HUANUCO ORIZANA FRANK										
HUILLCA QUISPE HOLGERT										
MAMANI CHACON JUAN										
MENDOZA HUANCA JOSE LUIS										
PIZANGO VASQUEZ LAICHI										
SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR										
SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO										
BARROS HURTADO VICTOR										
ZEGARRA HUAYLINOS CHRISTIAN	VACACIONES									

La actividad de colocar de cilindros es trabajo de todos, ira el compañero de menor carga de trabajo.

TARDE

Personal	Limpieza	Pintado	Embleado	Tara	Envasado	Rellenado	Control de fuga	Colocar sellos	Colocación de cil	Paking
CERES TORRES RUBEN										
CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO	VACACIONES									
GUERRERO MONTALVAN LEONIDAS										
HUAMANI CASTRO OSWALDO										
HUAMANI FLORES MANUEL	ENVADADO DE 45KG									
HUANUCO ORIZANA FRANK										
HUILLCA QUISPE HOLGERT										
MAMANI CHACON JUAN										
MENDOZA HUANCA JOSE LUIS	CAMBIO DE VALVULAS Y TRASIEGO									
PIZANGO VASQUEZ LAICHI										
SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR										
SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO										
BARROS HURTADO VICTOR										
ZEGARRA HUAYLINOS CHRISTIAN	VACACIONES									

La actividad de colocar de cilindros es trabajo de todos, ira el compañero de menor carga de trabajo.

Figura 52: Asignación de personal Primera Semana Enero

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma se continuo las siguientes semanas hasta la semana 10 del 2019 como se puede ver en la Figura 53 donde todo el personal roto por cada etapa del proceso.

ASIGNACIÓN DE ACTIVIDADES EN EL ENVASADO DE CILINDROS DE 10 KG										
TURNO MAÑANA										
N°	Personal	Limpieza	Pintado	Embleonado	Tara	Envasado	Rellenado	Control de fuga	Colocar sellos y cilindros	Packing
1	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO									
2	HUAMANI CASTRO OSWALDO									
3	HUAMANI FLORES MANUEL	CAMBIO DE VALVULAS Y TRASIEGO								
4	RAMOS HUAMANI PAUL									
5	HUILICA QUIISPE HOLGERT	CUBRE AL PERSONAL QUE ENVASA CILINDROS DE 45 KG								
6	MAMANI CHACON JUAN									
7	HECTOR NAVARRO MENDOZA									
8	QUIISPE ADELMO MAURICIO									
9	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR									
10	SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO									
11	ZEGARRA HUAYUNOS CHRISTIAN									
12	BARROS HURTADO VICTOR									

TURNO TARDE										
N°	Personal	Limpieza	Pintado	Embleonado	Tara	Envasado	Rellenado	Control de fuga	Colocar sellos y cilindros	Packing
1	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO									
2	HUAMANI CASTRO OSWALDO									
3	HUAMANI FLORES MANUEL	CAMBIO DE VALVULAS Y TRASIEGO								
4	RAMOS HUAMANI PAUL									
5	HUILICA QUIISPE HOLGERT	CUBRE AL PERSONAL QUE ENVASA CILINDROS DE 45 KG								
6	MAMANI CHACON JUAN									
7	HECTOR NAVARRO MENDOZA									
8	QUIISPE ADELMO MAURICIO									
9	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR									
10	SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO									
11	ZEGARRA HUAYUNOS CHRISTIAN									
12	BARROS HURTADO VICTOR									

ENVASADO DE 45 KG	
1	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO
2	MAMANI CHACON JUAN
3	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR
4	HUILICA QUIISPE HOLGERT
5	HUAMANI CASTRO OSWALDO
6	SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO

Figura 53: Asignación de personal Segunda semana de Marzo

Fuente: Elaboración Propia.

D4: Análisis de las causas

Al plantearnos los 5 por qué, se nos es posible determinar las causas iniciales de nuestro problema, la inadecuada ubicación de los operarios.

Al poder realizar nuestro cuadro de asignación de personal se pudo determinar en qué áreas del envasado cada operario se desenvuelve mejor y de tal manera se puede aprovechar al máximo las habilidades de cada uno.

Como tal se presenta una comparativa de la muestra 1 y la muestra 2 sobre la cantidad de reprocesos los cuales presentan una mejora considerable en la Figura 54.

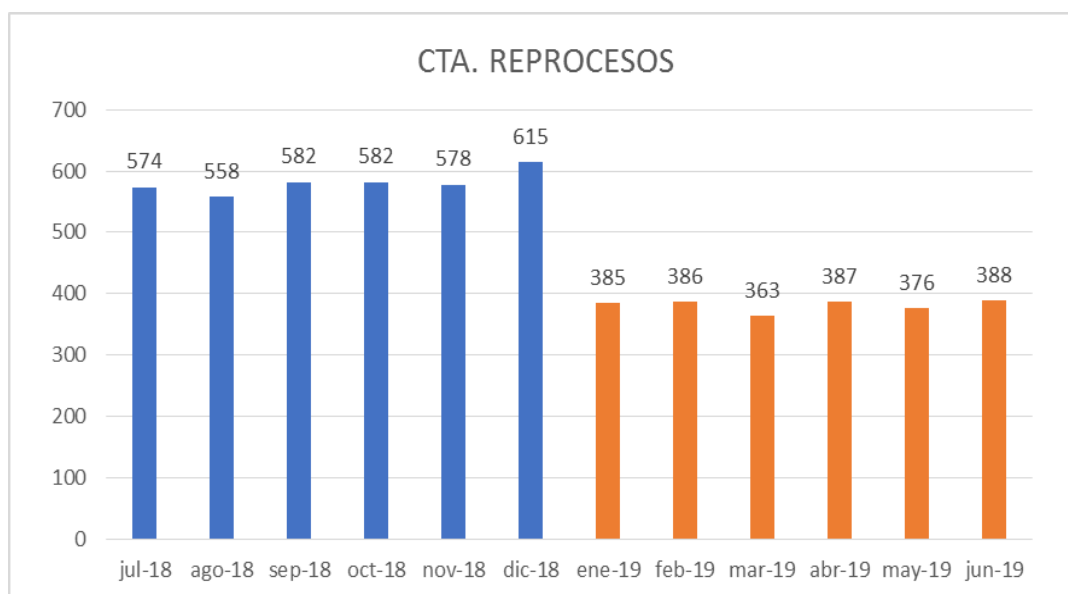


Figura 54: Comparación de Reprocesos

Fuente: Elaboración Propia

D5: Acciones correctivas

Segregación de balones: Se buscará reducir la cantidad de balones pintados que se encuentren mal estado (carachoso, asa o base doblada y Válvulas antiguas).

El personal asignado se encargará de separar dichos balones antes de llegar a la línea de envase para que no sean pintados ni mucho menos envasados.

Se comenzará a seleccionar balones de tonalidad más oscura para ser pintados con la marca Llamagas y los balones con tonalidad clara para la marca Ahorrugas.

Control de fugas: Se determinó que este puesto será cubierto por personal altamente calificado y enfocado a realizar las pruebas correspondientes para que los balones que salgan del área de envasado estén en óptimas condiciones.

Por lo explicado, es fundamental un análisis AMFE de diseño para asegurar que se ha considerado y estudiado cada uno de los fallos potenciales e identificar las acciones a tomar para prevenir o detectar defectos en los productos. Tabla 37

Tabla 37: Tabla AMEF

Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)						
N°	Responsable	Función del proceso	Falla potencial	Efecto potencial de la falla	Acción a tomar	Severidad
1	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR/ SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO	Segregar balones	Seleccionar mal los balones	balones en malas condiciones(abolladuras, carachosos,con dobladuras, o con valvulas antiguas) son pintados y entran al area de envasado. Como resultado un reproceso.	Los balones seran separados en el area de pintado, para que no continuen en la linea	3
2	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR/ SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO	limpieza de balones	Mala limpieza de los balones	Reproceso de los balones por tener mala presentación (mal pintado)	los balones seran seprados a mas tardar en el area de TARA, para que no sean envasados y no continuen en linea.	1
3	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO / HUAMANI CASTRO OSWALDO	Control de fuga	Balones con fuga de gas	Balones con fuga de gas por medio de la valvula de seguridad. Producto terminado no conforme.	Seran separados y trasegados, para luego realizar su respectivo cambio de valvula.	5
4	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO / HUAMANI CASTRO OSWALDO	Control de fuga	Balones con O'ring en malas condiciones	Balones los cuales cuentan con el o'ring picado, ocasionando fugas en el balon. Producto final no conforme.	Se identificaran de manera inmediata y se procedera a realizar el cambio de O'ring.	6
5	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO / HUAMANI CASTRO OSWALDO	Control de fuga	Balones con problemas de valvula	Balones con problemas en el ping de la valcula de seguridad. Producto final no confome.	Seran separados y trasegados, para luego realizar su respectivo cambio de valvula.	6

Fuente: Elaboración Propia.

Su puntaje se muestra en la tabla 38.

Tabla 38: Clasificación AMEF

	CLASIFICACION	VALORACION
Remota	Es impenasble esperar que se produzca un fallo, porque see tiene gran experiencia	1-2
Baja	Probabilidad de muy pocos fallos	3-4
Moderada	Probabilidad moderada de que se produzcan fallos, los fallos aparecen de forma ocasional.	5-6
Alta	Probabilidad alta de que se produzcan fallos, debido que el proceso no se encuentra bajo control y la cacidad no está asegurada	7-8
Muy alta	casi con toda seguridad se producirma fallos	9-10

Fuente: Elaboración Propia

D6: Implementar y verificar las acciones correctivas permanentes

Debido a que se requiere una mayor supervisión en dichos puestos, se realizara un control de calidad periódicamente semanal cada 30 minutos a cargo del personal asignado, se procederá a tomar pequeñas muestras de los balones para cerciorase que están en buenas condiciones y listos para su distribución, observadas en la tabla 39.

Tabla 39: Cronograma de actividades

Cronograma de actividades						
Cargo	Responsable	Actividad	Semana			
			1	2	3	4
Supervisor de operaciones	Juan Carlos Ramirez	control de peso y hermeticidad de lo balones	■			
Asistente de operaciones	Luis Quispe	control de peso y hermeticidad de lo balones		■		
Asistente de operaciones	Nilton Gonzales	control de peso y hermeticidad de lo balones			■	
Asistente de operaciones	Cesar Gomez	control de peso y hermeticidad de lo balones				■

Fuente: Elaboración Propia

D7: Prevención de problemas

Los problemas encontrados en el mercado (cambios) no fueron identificados dentro de la planta, por ende, es necesario mantener un riguroso seguimiento de los principales problemas. Desde el punto de vista del equipo es tomar un muestreo que nos ayude a controlar el proceso de control de calidad, para verificar y validar nuestros procesos. Y revisar en ingreso de balones en buen estado a la línea de envasado antes de pasar por el pintado.

D8: Reconocer el esfuerzo del equipo

Se Documentarán las acciones y análisis realizadas por el equipo para eventos fututos.

El líder de las 8D reconoce el esfuerzo del equipo y da por terminada el objetivo del equipo.

Anexo 15: Fragmento de la Data Reprocesos Muestra 2

FECHA	PRESENT. (Kg)	TARA (Kg)	ESO TOTAL (Kg)	GLP (Kg)	P FALTANTE (Kg)	PESO	OBSERVACIÓN
01/04/19	10	10.14	17.55	7.41	2.59	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10.78	20.7	9.92	0.08	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10.64	20.44	9.80	0.20	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10.14	20.1	9.96	0.04	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9.87	17.58	7.71	2.29	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9.99	19	9.01	0.99	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9.65	17.5	7.85	2.15	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9.87	19.87	10.00	0.00	COMPLETO	No encaja regulador
	10	10	19	9.00	1.00	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9	19.14	9.70	0.30	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	9.16	18.88	9.72	0.28	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	9.78	19.66	9.88	0.12	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.12	20.12	10.00	0.00	COMPLETO	mala presentacion
02/04/2019	10	9.88	19.44	9.56	0.44	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	9.46	19.04	9.58	0.42	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	9.18	18.7	9.52	0.48	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.78	17.55	6.77	3.23	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.48	18.56	8.08	1.92	INCOMPLETO	fuga x ping
	10	10.6	19.32	8.72	1.28	INCOMPLETO	fuga x ping
	10	10.8	18	7.20	2.80	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.82	15.8	4.98	5.02	INCOMPLETO	no encaja regulador
03/04/2019	10	10	17.45	7.45	2.55	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	9.8	17	7.20	2.80	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10	19.78	9.80	0.20	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10.2	16.44	6.24	3.76	INCOMPLETO	No encaja regulador
	10	10.28	15.88	5.60	4.40	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	10.88	17	6.12	3.88	INCOMPLETO	fuga x ping
	10	9.16	18.88	9.72	0.28	INCOMPLETO	fuga x orring
	10	9.78	19.66	9.88	0.12	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10	18.55	8.43	1.57	INCOMPLETO	mala presentacion
04/04/2019	10	11	18.47	7.81	2.19	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.44	15.8	5.36	4.64	INCOMPLETO	fuga x ping
	10	10.02	18.47	8.45	1.55	INCOMPLETO	fuga x ping
	10	9.78	18.7	8.92	1.08	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10.22	16.58	6.36	3.64	INCOMPLETO	no encaja regulador
	10	10	19.58	9.90	0.10	INCOMPLETO	No encaja regulador

Fuente: LLeugas S.A

Anexo 16: Implementación del SMED

- Etapa preliminar: Estudió de la operación de cambio

Se identificó que para temas de preparación de pintura de Llamagas a Ahorragas con la “Bomba Airless Graco” es un promedio de 29.70 o 30.10 (30 minutos con 10 segundos), esto conlleva desde (Tabla 40):

Tabla 40: tiempo de preparación de pintura (pintado)

Actividad	Tiempo
Traer pintura	17 minutos 5 segundos
Abrir las latas y llegar el recipiente de pintura	8 minutos 1 segundos
Purgar el equipo y pintar	5 minutos 4 segundos
Total	30 minutos 10 segundos

Fuente: Elaboración propia

De misma manera sucede con la pistola de “emblemado” que toma alrededor de 9.37 (9 minutos con 37 segundos), esto conlleva desde (Tabla 41):

Tabla 41: Tiempo de preparación de pintura (emblemado)

Actividad	Tiempo
Preparar la pintura	7 minutos 29 segundos
Purgar el equipo y pintar	2 minutos 8 segundos
Total	9 minutos 37 segundos

Fuente: Elaboración propia

Y para realizar el cambio de lote de Ahorragas a Llamagas en temas de preparación de pintura con la “Bomba Airless Graco” es un promedio de 13.09 (13 minutos con 09 segundos), esto conlleva (Tabla 42):

Tabla 42: Tiempo de cambio Ahorragas a Llamagas (pintado)

Actividad	Tiempo
Abrir las latas y llegar el recipiente de pintura	4 minutos 07 segundos
Purgar el equipo y pintar	9 minutos 02 segundos
Total	13 minutos 09 segundos

Fuente: Elaboración propia

De misma manera sucede con la pistola de “emblemado” que toma alrededor de 5.23 (5 minutos con 23 segundos), esto conlleva desde (Tabla 43):

Tabla 43: Tiempo de cambio de Ahorragas a Llamagas (emblemado)

Actividad	Tiempo
Preparar la pintura	4 minutos 18 segundos
Purgar el equipo y pintar	1 minutos 5 segundos
Total	5 minutos 23 segundos

Fuente: Elaboración propia

- Primera etapa: Separa las tareas internas (realizadas cuando está detenida la maquina) y externas (realizadas durante la ejecución normal de la maquina).

LOTE LLAMAGAS – AHORRAGAS

LISTADO DE ACTIVIDADES PARA LA PISTOLA DE PINTADO

Tareas internas:

- . - Traer las latas de pintura (5 gln) hacia la cabina de pintado
- . - Abrir las latas de pintura
- . - Llenar el tanque de pintura
- . - Retirar la manguera de pintura del thinner hacia el tanque de pintura.
- . - Encender el equipo

Tareas externas:

- . - Purgar la pistola de pintado para comenzar a pintar.

LISTADO DE ACTIVIDADES PARA LA PISTOLA DE EMBLEMADO

Tareas internas:

- . - Traer la lata de pintura (1 gln) al área de emblemado
- . - Preparar la pintura
- . - Llenar el recipiente de la pistola para pintar

Tareas externas:

- . - Purgar la pistola de emblemado para comenzar a pintar.

LOTE AHORRAGAS - LLAMAGAS

LISTADO DE ACTIVIDADES PARA LA PISTOLA DE PINTADO

Tareas internas:

- . - Apagar el equipo
- . - Colocar la manguera de pintura hacia el thinner
- . - Abrir las latas de pintura
- . - Retirar la manguera de pintura del thinner hacia el tanque de pintura.
- . - Encender el equipo

Tareas externas:

- . - Purgar la pistola para retirar el remanente de la pintura anterior
- . - Purgar la pistola de pintado para comenzar a pintar.

LISTADO DE ACTIVIDADES PARA LA PISTOLA DE EMBLEMADO

Tareas internas:

- . - Preparar la pintura
- . - Llenar el recipiente de la pistola para pintar

Tareas externas:

- . - Purgar la pistola de emblemado para comenzar a pintar.

- Segunda etapa: Convertir tareas internas en externas

Para realizar esta etapa se considera las actividades de la pistola de pintado y la pistola de emblemado al ejecutar el cambio de lote: Actualmente tanto el operario encargado de pintar y de emblemado al finalizar su jornada limpian y purgan sus equipos de trabajo, sin fijarse la cantidad de pintura que está quedando para que al día siguiente puedan comenzar a laborar, esto ocasiona a que se generen tiempos improductivos de 17 minutos con 5 segundos en traer la pintura y prepárala, para que el pintor comience a pintar y 7 minutos con 29 segundos en que el emblemador trae y prepara su pintura para comenzar a emblemado.

Por lo tanto, se recomendó que al finalizar su jornada realizaran dichas actividades mencionadas para evitar realizarlas hacer al día siguiente, dando como resultado los nuevos tiempos tomados en 10 días al azar dentro de la muestra 2, presentados en la figura 55

PREPARADO DE LOS EQUIPOS LLAMAGAS - AHORRAGAS MEJORADO																		
Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	7.15	6.1	5.18	6.3	5.15	6.4	6.5	5.12	5.35	5.26	5.85	100%	20%	7.02	7.02		El pintor al comenzar su jornada solo se encargará de purgar la pistola hasta que salga la pintura, debido a que el día anterior ya abasteció el tanque de pintura
2	Pistola de embleado	3.1	2.5	2.35	3.25	3.02	2.48	3.53	2.49	3.23	3.14	2.91	100%	20%	3.49	3.49		El emblemador al comenzar su jornada de trabajo, tendrá que purgar su pistola ya que el día anterior ya preparó y se abasteció de pintura.

Figura 55: Fragmento del tiempo de Preparado de los equipos Llamagas – Ahorragas Mejorado

Fuente: Elaboración propia

- Tercera etapa: perfeccionar las tareas internas y externas

Para realizar esta etapa se considera las actividades de la pistola de pintado y la pistola de emblemado al ejecutar el cambio de lote:

Actualmente el operario en cargado de pintar tiene al realizar el proceso de purgado de la pistola, tienen que poner la manguera de la “bomba graco” en un recipiente con thinner para poder realizar el proceso de purgado, cuando se ejecuta esta actividad la pintura sobrante que sale de la pistola es almacenada en una lata, la cual será vertida dentro del tanque de pintura.

Después se procede a volver a colocar la manguera de la “bomba graco” dentro del embace la nueva pintura, previamente ya abierta de la otra marca para seguir purgando el equipo y terminar de retirar todo el thinner sobrante que está dentro de la pistola hasta que salga la pintura para poder seguir con el proceso de envasado.

En esta descripción es donde existen tiempo improductivo, porque al realizar este proceso son 9 minutos con 02 segundos que no generan productividad.

Por lo tanto, se recomendó para tratar de disminuir este tiempo fue que al realizar el proceso de purgado (actividad indispensable) ya no se vierta la pintura sobrante en una lata, si no que una vez que la manguera esta puesta en el recipiente con thinner seguir pintando los balones hasta que llegue a salir el thinner puro por la pistola y después recién realizar el cambio de pintura para comenzar a pintar la otra marca.

De misma manera sucede con la pistola de emblemado ya que se pierde 4 minutos con 18 segundos en que no se genera productividad al realizar este preparado de pintura.

Por lo tanto se coordinó realizar operaciones en paralelo con otro operario (limpieza de balones) que ayudaría en temas de preparado de pintura, en este caso muy aparte de abastecer al pintor balones vacíos para el pintado, realizara la actividad de abrir y preparar los recipientes de pintura para que el pintor al terminar el proceso de purgado pueda colocar la manguera de la “bomba graco” directo al recipiente con la nueva pintura y ya no perder tiempo en abrir y preparar la pintura, de igual forma con la pintura que usara el operario encargado del emblemado. Los tiempos mejorados en 10 días al azar dentro de la muestra 2, se muestran en la figura 56

PREPARADO DE LOS EQUIPOS AHORRAGAS - LLAMAGAS MEJORADO																		
Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	5.1	4.5	5.0	4.5	5.2	5.1	5.4	5.2	4.4	4.5	4.88	100%	20%	5.86	5.86		El pintor seguira pintando los balones hasta que el thinner empice a salir por la pistola y luego ejecutar el cambio de pintura ya preparada.
2	Pistola de embledo	1.2	1.5	1.8	1.2	1.5	1.4	1.1	1.4	1.0	1.6	1.36	100%	20%	1.63	1.63		El emblemador purgará la pistola hasta que el pintor comience a pintar con la pintura gris. Debio a que la pintura ya estará preparada.

Figura 56: Fragmento del tiempo de Preparado de los equipos Ahorragas – Llamagas Mejorado

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17 : Resumen de los tiempos mejorados en el cambio de producción

PREPARADO DE LOS EQUIPOS AHORRAGAS - LLAMAGAS MEJORADO																		
Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	5.1	4.5	5.0	4.5	5.2	5.1	5.4	5.2	4.4	4.5	4.88	100%	20%	5.86	5.86		El pintor seguira pintando los balones hasta que el thinner empice a salir por la pistola y luego ejecutar el cambio de pintura ya preparada.
2	Pistola de embledo	1.2	1.5	1.8	1.2	1.5	1.4	1.1	1.4	1.0	1.6	1.36	100%	20%	1.63	1.63		El embleador purgará la pistola hasta que el pintor comience a pintar con la pintura gris. Debido a que la pintura ya estará preparada.

PREPARADO DE LOS EQUIPOS LLAMAGAS - AHORRAGAS MEJORADO																		
Item	Operación	Muestreo (minutos)										T. Prom. (Min.)	F. Val	T. Sup	T. Std. (Min)	T. Std. Und. (Min.)	Prod. Hr. (und / Hr)	Observación
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10							
1	Pistola de pintado	7.15	6.1	5.18	6.3	5.15	6.4	6.5	5.12	5.35	5.26	5.85	100%	20%	7.02	7.02		El pintor al comenzar su jornada solo se encargará de purgar la pistola hasta que salga la pintura, debido a que el día anterior ya abastecio el tanque de pintura
2	Pistola de embledo	3.1	2.5	2.35	3.25	3.02	2.48	3.53	2.49	3.23	3.14	2.91	100%	20%	3.49	3.49		El embleador al comenzar su jornada de trabajo, tendra que purgar su pistola ya que el dia anterior ya preparo y se abastecio de pintura.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18: Implementación de las 5'S

Para la ejecución de la implementación de las 5'S para reducir el consumo de recursos (Consumo de Pintura) nos centraremos en cada uno de los siguientes pasos:

- Seiri (Clasificar)

En esta primera etapa no centraremos en separar lo que es necesario de lo que no lo es y tirar lo que es inútil.

Se categorizará los artículos disponibles en cada área y se generará una lista (Tabla 44):

Tabla 44: Lista de artículos disponibles

Area	Num.	Articulo	Cantidad	Proposito	Frecuencia	Necesidad		Observaciones
Pintado	1	Latas de pintura vacias	8	Recipiente de sobrante de	Diaria	Si	No	Latas vacias que se utilizan para almacenar la pintura al purgar los equipos al finalizar la jornada
	2	Latas llenas de pintura	2	Recipiente de pintura	Diaria	Si	No	
Limpieza	3	Balones combinados	800	Separar balones	Diaria	Si	No	Los balones tienen que ser separados y clasificados según su color, si están operativos para ser pintados y
Embleonado	4	Pistolas y emblemas	2/8	Embleonar	Diaria	Si	No	Separar las pistolas de embleonado y los emblemas a
Tara	5	Cajas vacías de tiza	1	Marcar el peso	Diaria	Si	No	Cajas vacías de tiza
	6	Cajas de tiza	1	Marcar el peso	Diaria	Si	No	Sobrante de cajas que ya no se utilizan
Envasado	7	Llenadores	2	Envasar los balones	Diaria	Si	No	
Repesado	8	Llenadores	2	Dar peso exacto	Diaria	Si	No	
Control de fuga	9	Probadores	2	Realizar pruebas de Hermeticidad	Diaria	Si	No	
Sellado	10	Sellos	2000	Sellar los balones llenos	Diaria	Si	No	
Packing	11	Balones llenos	1800	Almacenamiento de balones llenos		Si	No	

Fuente: Elaboración propia

Luego se procederá a clasificar cada área, debido que actualmente no contaba con esta clasificación el área de operaciones (figura 57)



Figura 57: Clasificación de las áreas

Fuente: Llamagas S.A

Tabla 45: Clasificación de áreas

Antes	Después
	
	
	

Fuente: Elaboración propia

Después de clasificar se podrá manejar un orden con respecto a los operarios y clientes que se presenten en plataforma, para clasificar mejor los balones según su condición, (para granallar, pintar, mantenimiento, canje, etc.), de esta manera evitar pintar balones en malas condiciones.

- Seiton (Organizar)

En esta etapa nos enfocaremos en colocar las cosas necesarias en un lugar fácilmente accesible según a los siguientes criterios: Seguridad/ Calidad/ Eficiencia.

. - Seguridad: que no se pueda caer y que no estroben. (Tabla 46)

Tabla 46: Criterio de seguridad



Fuente: Elaboración propia

. - Calidad: que no se deterioren o puedan mezclarse. (Tabla 47)

Tabla 47: Criterio de calidad



Fuente: Elaboración propia

. - Eficiencia: Minimizar el tiempo perdido. (Tabla 48)

Tabla 48: Criterio de eficiencia



Fuente: Elaboración propia

Con esto nos permitirá a usar de una manera más eficiente los insumos para realizar el envasado de balones.

Tabla 49: Listado de frecuencia de movimiento

Item	Frecuencia de uso	Colocar	Observación
Balones vacíos	Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible	Clasifica por tipo de válvula (convencional o premium)
Emblemas	Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible	Se selecciona el emblema según al tipo de balón a envasar
Balones vacíos para pintar	Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible	El pintor debe tener los balones vacíos lo más cerca posible y que no perjudiquen su movimiento
Sellos	Muchas veces al día	Colocar tan cerca como sea posible	El sellador debe tener al alcance los sellos a utilizar

Fuente: Elaboración propia

Mediante este listado podemos eliminar movimientos innecesarios los cuales llegan a impactar a la productividad de la empresa.

- Seisou (Limpiar)


Se busca tener el orden dentro del área de trabajo, un lugar sin limpiar puede ser desagradable para los operarios y pueden ensuciarse los productos potencialmente.

Por eso se procedió limpiar nuestra área de trabajo (Tabla44), para poder aprovechar al máximo el espacio, recursos y de tal manera buscar reducir el consumo de insumos dentro del área de operaciones, debido al desorden se llega a caer latas de pintura, pintar balones en mal estado, sellos doblados, etc.

De igual manera ayuda a aumentar la vida útil de nuestros equipos,

Reducir los accidentes y mejorar el aspecto de nuestra área.

Tabla 50: Limpieza del área de trabajo

Antes	Después
	
	
	
	

Fuente: Elaboración propia

- Seiketsu (Estandarizar)

En esta etapa se debe mantener constantemente el orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo.

- . - limpiando con la regularidad establecida
- . - Manteniendo todo en su sitio y orden
- . - Establecer procedimientos y planes para mantener orden y limpieza.

Por ende, se generó un cronograma de limpieza, conformado por cada operario
 Figura 58:

LISTA DE PERSONAL DE LIMPIEZA	
N°	Personal
1	CRUZ VALDEIGLESIAS EUSTAQUIO
2	HUAMANI CASTRO OSWALDO
3	HUAMANI FLORES MANUEL
4	RAMOS HUAMANI PAUL
5	HUILLCA QUISPE HOLGERT
6	MAMANI CHACON JUAN
7	HECTOR NAVARRO MENDOZA
8	QUISPE ADELMO MAURICIO
9	SALDIVAR LANGUASCO JUAN OSCAR
10	SIERRA HUISA CESAR AUGUSTO
11	ZEGARRA HUAYLinos CHRISTIAN
12	BARROS HURTADO VICTOR

- El operarios asignado a la limpieza debera parar 40 minutos antes de terminar su jorda

Actividad
Limpiar toda la plataforma
Clasificar y ordenar los balones que esten fuera de su lugar
Desbloquear las zonas de transito de cualquier objeto que obstruya el paso

- El encargado de turno dara la orden que operario debera cubrir al personal que se encuentra el turno de limpieza.

Figura 58: Lista de personal de limpieza

Fuente: Elaboración propia

Con el cual se obtendrán los siguientes beneficios:

- . - El bienestar del personal mejorara al crear un hábito que conserve limpio el sitio de trabajo.
- . - Se evita errores de limpieza que puedan generar riesgos o accidentes innecesarios.
- . - Se conserva el conocimiento producido durante años.

- Shitsuke (Autodisciplina)

En esta última etapa debemos acostumbrarnos a aplicar las 5'S en nuestro sitio de trabajo y respetar las normas del sitio con rigor:

- . -Respetando y cumpliendo las normas de nuestro sitio de trabajo.
- . -Haciendo el uso correcto de los EPP'S.
- . -Teniendo el hábito de limpieza.

También usaremos ayudas visuales para recordar y cumplir con esta disciplina.

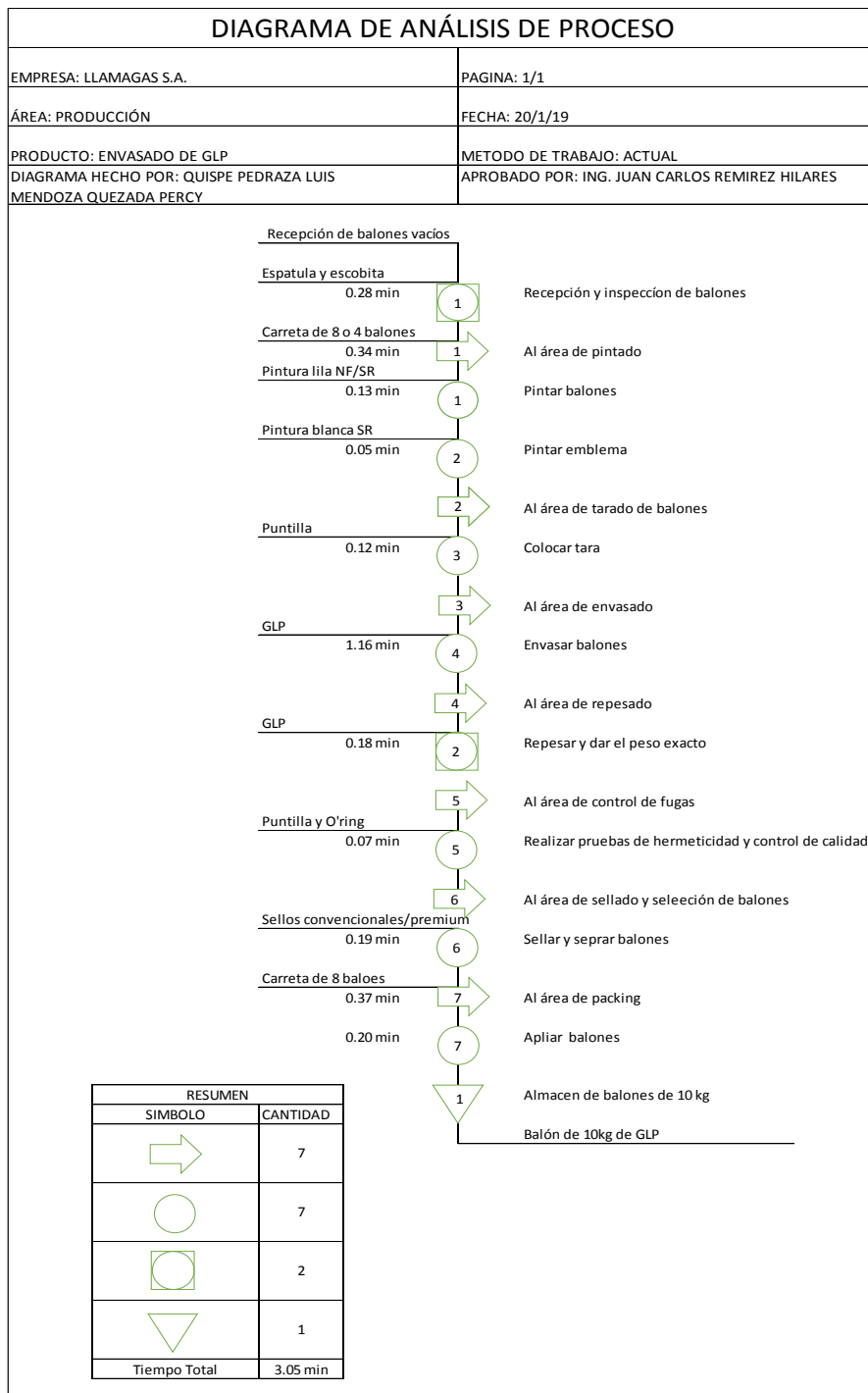
(Figura 59)



Figura 59: Ayudas visuales para la autodisciplina

Fuente: LLamagas S.A

Anexo 19 : Diagrama del Análisis del Proceso Mejorado



Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Fragmento de la Data productividad muestra 2

PRODUCTIVIDAD PLATAFORMA LURÍN 2018									
MAYO	721487	10	8.04	MEDIA	358.38				
DATOS DE LA FECHA				RESULTADOS OBTENIDOS			▲ DIFERENCIAS		
FECHA	Kg Producidos	Op. Efectivos	Horas Efectivas	Kg GLP/h	Kg GLP/h.hombre	Cil. 10 Kg/h	▲ Kg Producidos	▲ Kg GLP/h.hombre	▲ Cil. 10 Kg/h
02/05/2019	29308	10	8	3,664	366.35	366	2,908	36.35	36
03/05/2019	25788	9	8	3,224	358.17	322	2,028	28.17	25
04/05/2019	32640	10	9	3,627	362.67	363	2,940	32.67	33
06/05/2019	26343	10	8	3,293	329.29	329	-57	-0.71	-1
07/05/2019	27410	10	8	3,426	342.63	343	1,010	12.63	13
08/05/2019	25584	10	8	3,198	319.80	320	-816	-10.20	-10
09/05/2019	25973	10	8	3,247	324.66	325	-427	-5.34	-5
10/05/2019	26800	10	8	3,350	335.00	335	400	5.00	5
11/05/2019	27847	10	8	3,481	348.09	348	1,447	18.09	18
13/05/2019	24403	9	7	3,486	387.35	349	3,613	57.35	52
14/05/2019	23345	10	7	3,335	333.50	334	245	3.50	4
15/05/2019	31280	10	8	3,910	391.00	391	4,880	61.00	61
16/05/2019	25042	9	8	3,130	347.81	313	1,282	17.81	16
17/05/2019	27613	9	8	3,452	383.51	345	3,853	53.51	48
18/05/2019	26170	10	8	3,271	327.13	327	-230	-2.88	-3
20/05/2019	26822	10	8	3,353	335.28	335	422	5.27	5
21/05/2019	26303	10	7	3,758	375.76	376	3,203	45.76	46

Fuente: Llamagas S.A.

Anexo 21: Data Reproceso Antes de la mejora

MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO	MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO	MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO
M1	02/07/2018	JULIO 2018	22	M1	03/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25	M1	06/11/2018	NOVIEMBRE 2018	26
M1	03/07/2018	JULIO 2018	26	M1	04/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25	M1	07/11/2018	NOVIEMBRE 2018	15
M1	04/07/2018	JULIO 2018	30	M1	05/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	13	M1	08/11/2018	NOVIEMBRE 2018	26
M1	05/07/2018	JULIO 2018	16	M1	07/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	32	M1	09/11/2018	NOVIEMBRE 2018	29
M1	06/07/2018	JULIO 2018	26	M1	08/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	27	M1	10/11/2018	NOVIEMBRE 2018	35
M1	07/07/2018	JULIO 2018	19	M1	10/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	23	M1	12/11/2018	NOVIEMBRE 2018	19
M1	09/07/2018	JULIO 2018	23	M1	11/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	16	M1	13/11/2018	NOVIEMBRE 2018	19
M1	10/07/2018	JULIO 2018	32	M1	12/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	21	M1	14/11/2018	NOVIEMBRE 2018	12
M1	11/07/2018	JULIO 2018	17	M1	13/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	22	M1	15/11/2018	NOVIEMBRE 2018	26
M1	12/07/2018	JULIO 2018	28	M1	14/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	18	M1	16/11/2018	NOVIEMBRE 2018	16
M1	13/07/2018	JULIO 2018	25	M1	15/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	23	M1	19/11/2018	NOVIEMBRE 2018	36
M1	14/07/2018	JULIO 2018	12	M1	18/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	12	M1	20/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22
M1	16/07/2018	JULIO 2018	24	M1	19/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24	M1	21/11/2018	NOVIEMBRE 2018	23
M1	17/07/2018	JULIO 2018	18	M1	20/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	20	M1	22/11/2018	NOVIEMBRE 2018	15
M1	18/07/2018	JULIO 2018	24	M1	21/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	16	M1	23/11/2018	NOVIEMBRE 2018	12
M1	19/07/2018	JULIO 2018	24	M1	22/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	14	M1	24/11/2018	NOVIEMBRE 2018	20
M1	20/07/2018	JULIO 2018	30	M1	24/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	28	M1	27/11/2018	NOVIEMBRE 2018	15
M1	21/07/2018	JULIO 2018	33	M1	25/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	15	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22
M1	23/07/2018	JULIO 2018	13	M1	26/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	19
M1	24/07/2018	JULIO 2018	25	M1	27/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	20	M1	30/11/2018	NOVIEMBRE 2018	24
M1	25/07/2018	JULIO 2018	22	M1	28/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	35	M1	01/12/2018	DICIEMBRE 2018	19
M1	26/07/2018	JULIO 2018	30	M1	29/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	22	M1	02/12/2018	DICIEMBRE 2018	31
M1	27/07/2018	JULIO 2018	21	M1	02/10/2018	OCTUBRE 2018	34	M1	03/12/2018	DICIEMBRE 2018	12
M1	28/07/2018	JULIO 2018	28	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	19	M1	04/12/2018	DICIEMBRE 2018	33
M1	30/07/2018	JULIO 2018	29	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	14	M1	05/12/2018	DICIEMBRE 2018	17
M1	31/07/2018	JULIO 2018	26	M1	05/10/2018	OCTUBRE 2018	34	M1	06/12/2018	DICIEMBRE 2018	32
M1	01/08/2018	AGOSTO 2018	24	M1	06/10/2018	OCTUBRE 2018	19	M1	07/12/2018	DICIEMBRE 2018	30
M1	02/08/2018	AGOSTO 2018	14	M1	09/10/2018	OCTUBRE 2018	19	M1	08/12/2018	DICIEMBRE 2018	13
M1	03/08/2018	AGOSTO 2018	12	M1	10/10/2018	OCTUBRE 2018	28	M1	10/12/2018	DICIEMBRE 2018	29
M1	04/08/2018	AGOSTO 2018	22	M1	11/10/2018	OCTUBRE 2018	27	M1	11/12/2018	DICIEMBRE 2018	32
M1	06/08/2018	AGOSTO 2018	24	M1	12/10/2018	OCTUBRE 2018	12	M1	12/12/2018	DICIEMBRE 2018	21
M1	07/08/2018	AGOSTO 2018	14	M1	13/10/2018	OCTUBRE 2018	21	M1	13/12/2018	DICIEMBRE 2018	13
M1	08/08/2018	AGOSTO 2018	12	M1	15/10/2018	OCTUBRE 2018	33	M1	14/12/2018	DICIEMBRE 2018	29
M1	09/08/2018	AGOSTO 2018	30	M1	16/10/2018	OCTUBRE 2018	24	M1	15/12/2018	DICIEMBRE 2018	20
M1	10/08/2018	AGOSTO 2018	21	M1	17/10/2018	OCTUBRE 2018	30	M1	17/12/2018	DICIEMBRE 2018	13
M1	11/08/2018	AGOSTO 2018	23	M1	18/10/2018	OCTUBRE 2018	19	M1	18/12/2018	DICIEMBRE 2018	27
M1	13/08/2018	AGOSTO 2018	17	M1	19/10/2018	OCTUBRE 2018	25	M1	19/12/2018	DICIEMBRE 2018	16
M1	14/08/2018	AGOSTO 2018	34	M1	20/10/2018	OCTUBRE 2018	13	M1	20/12/2018	DICIEMBRE 2018	25
M1	15/08/2018	AGOSTO 2018	14	M1	22/10/2018	OCTUBRE 2018	28	M1	21/12/2018	DICIEMBRE 2018	33
M1	17/08/2018	AGOSTO 2018	32	M1	23/10/2018	OCTUBRE 2018	30	M1	22/12/2018	DICIEMBRE 2018	15
M1	20/08/2018	AGOSTO 2018	18	M1	24/10/2018	OCTUBRE 2018	18	M1	24/12/2018	DICIEMBRE 2018	30
M1	21/08/2018	AGOSTO 2018	31	M1	25/10/2018	OCTUBRE 2018	30	M1	25/12/2018	DICIEMBRE 2018	19
M1	22/08/2018	AGOSTO 2018	22	M1	26/10/2018	OCTUBRE 2018	25	M1	26/12/2018	DICIEMBRE 2018	25
M1	23/08/2018	AGOSTO 2018	12	M1	27/10/2018	OCTUBRE 2018	27	M1	28/12/2018	DICIEMBRE 2018	24
M1	25/08/2018	AGOSTO 2018	28	M1	29/10/2018	OCTUBRE 2018	15	M1	29/12/2018	DICIEMBRE 2018	20
M1	27/08/2018	AGOSTO 2018	22	M1	30/10/2018	OCTUBRE 2018	16	M1	31/12/2018	DICIEMBRE 2018	17
M1	29/08/2018	AGOSTO 2018	25	M1	31/10/2018	OCTUBRE 2018	27				
M1	31/08/2018	AGOSTO 2018	12	M1	02/11/2018	NOVIEMBRE 2018	14				
M1	18/08/2019	AGOSTO 2018	22	M1	03/11/2018	NOVIEMBRE 2018	30				
M1	01/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	27	M1	05/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 22: Data Reproceso Después de la Mejora

MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO	MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO	MUESTRA	Día	MES	N° REPROCESO
M2	02/01/2019	ENERO 2019	12	M2	05/03/2019	MARZO 2019	14	M2	06/05/2019	MAYO 2019	11
M2	03/01/2019	ENERO 2019	16	M2	06/03/2019	MARZO 2019	18	M2	07/05/2019	MAYO 2019	16
M2	04/01/2019	ENERO 2019	23	M2	07/03/2019	MARZO 2019	15	M2	08/05/2019	MAYO 2019	7
M2	05/01/2019	ENERO 2019	14	M2	08/03/2019	MARZO 2019	15	M2	09/05/2019	MAYO 2019	11
M2	08/01/2019	ENERO 2019	22	M2	09/03/2019	MARZO 2019	14	M2	10/05/2019	MAYO 2019	11
M2	10/01/2019	ENERO 2019	21	M2	11/03/2019	MARZO 2019	10	M2	11/05/2019	MAYO 2019	18
M2	12/01/2019	ENERO 2019	14	M2	12/03/2019	MARZO 2019	22	M2	13/05/2019	MAYO 2019	12
M2	14/01/2019	ENERO 2019	16	M2	13/03/2019	MARZO 2019	16	M2	14/05/2019	MAYO 2019	16
M2	15/01/2019	ENERO 2019	24	M2	14/03/2019	MARZO 2019	14	M2	16/05/2019	MAYO 2019	8
M2	16/01/2019	ENERO 2019	21	M2	15/03/2019	MARZO 2019	19	M2	17/05/2019	MAYO 2019	21
M2	18/01/2019	ENERO 2019	13	M2	16/03/2019	MARZO 2019	23	M2	18/05/2019	MAYO 2019	9
M2	19/01/2019	ENERO 2019	21	M2	19/03/2019	MARZO 2019	13	M2	20/05/2019	MAYO 2019	13
M2	21/01/2019	ENERO 2019	14	M2	20/03/2019	MARZO 2019	10	M2	21/05/2019	MAYO 2019	23
M2	22/01/2019	ENERO 2019	17	M2	21/03/2019	MARZO 2019	23	M2	22/05/2019	MAYO 2019	13
M2	23/01/2019	ENERO 2019	23	M2	22/03/2019	MARZO 2019	10	M2	23/05/2019	MAYO 2019	21
M2	24/01/2019	ENERO 2019	20	M2	23/03/2019	MARZO 2019	19	M2	24/05/2019	MAYO 2019	10
M2	25/01/2019	ENERO 2019	12	M2	24/03/2019	MARZO 2019	22	M2	25/05/2019	MAYO 2019	10
M2	26/01/2019	ENERO 2019	24	M2	27/03/2019	MARZO 2019	13	M2	28/05/2019	MAYO 2019	15
M2	28/01/2019	ENERO 2019	22	M2	28/03/2019	MARZO 2019	21	M2	29/05/2019	MAYO 2019	22
M2	29/01/2019	ENERO 2019	15	M2	29/03/2019	MARZO 2019	18	M2	30/05/2019	MAYO 2019	18
M2	30/01/2019	ENERO 2019	17	M2	30/03/2019	MARZO 2019	18	M2	31/05/2019	MAYO 2019	14
M2	31/01/2019	ENERO 2019	10	M2	01/04/2019	ABRIL 2019	9	M2	01/06/2019	JUNIO 2019	8
M2	01/02/2019	FEBRERO 2019	22	M2	02/04/2019	ABRIL 2019	12	M2	03/06/2019	JUNIO 2019	23
M2	02/02/2019	FEBRERO 2019	17	M2	03/04/2019	ABRIL 2019	13	M2	04/06/2019	JUNIO 2019	21
M2	04/02/2019	FEBRERO 2019	18	M2	04/04/2019	ABRIL 2019	22	M2	05/06/2019	JUNIO 2019	20
M2	05/02/2019	FEBRERO 2019	19	M2	05/04/2019	ABRIL 2019	20	M2	06/06/2019	JUNIO 2019	20
M2	06/02/2019	FEBRERO 2019	17	M2	06/04/2019	ABRIL 2019	19	M2	07/06/2019	JUNIO 2019	14
M2	07/02/2019	FEBRERO 2019	17	M2	08/04/2019	ABRIL 2019	22	M2	08/06/2019	JUNIO 2019	10
M2	08/02/2019	FEBRERO 2019	10	M2	09/04/2019	ABRIL 2019	10	M2	10/06/2019	JUNIO 2019	18
M2	11/02/2019	FEBRERO 2019	9	M2	10/04/2019	ABRIL 2019	12	M2	11/06/2019	JUNIO 2019	20
M2	12/02/2019	FEBRERO 2019	21	M2	11/04/2019	ABRIL 2019	9	M2	12/06/2019	JUNIO 2019	21
M2	13/02/2019	FEBRERO 2019	11	M2	13/04/2019	ABRIL 2019	12	M2	13/06/2019	JUNIO 2019	19
M2	14/02/2019	FEBRERO 2019	16	M2	15/04/2019	ABRIL 2019	16	M2	14/06/2019	JUNIO 2019	15
M2	15/02/2019	FEBRERO 2019	8	M2	16/04/2019	ABRIL 2019	10	M2	15/06/2019	JUNIO 2019	15
M2	16/02/2019	FEBRERO 2019	14	M2	17/04/2019	ABRIL 2019	16	M2	17/06/2019	JUNIO 2019	12
M2	17/02/2019	FEBRERO 2019	13	M2	19/04/2019	ABRIL 2019	19	M2	18/06/2019	JUNIO 2019	12
M2	18/02/2019	FEBRERO 2019	24	M2	20/04/2019	ABRIL 2019	20	M2	19/06/2019	JUNIO 2019	17
M2	19/02/2019	FEBRERO 2019	16	M2	22/04/2019	ABRIL 2019	14	M2	21/06/2019	JUNIO 2019	17
M2	20/02/2019	FEBRERO 2019	13	M2	23/04/2019	ABRIL 2019	14	M2	22/06/2019	JUNIO 2019	18
M2	21/02/2019	FEBRERO 2019	19	M2	24/04/2019	ABRIL 2019	15	M2	24/06/2019	JUNIO 2019	16
M2	22/02/2019	FEBRERO 2019	12	M2	25/04/2019	ABRIL 2019	13	M2	25/06/2019	JUNIO 2019	19
M2	23/02/2019	FEBRERO 2019	11	M2	26/04/2019	ABRIL 2019	19	M2	27/06/2019	JUNIO 2019	17
M2	24/02/2019	FEBRERO 2019	21	M2	27/04/2019	ABRIL 2019	9	M2	28/06/2019	JUNIO 2019	12
M2	25/02/2019	FEBRERO 2019	16	M2	28/04/2019	ABRIL 2019	18	M2	29/06/2019	JUNIO 2019	14
M2	26/02/2019	FEBRERO 2019	15	M2	29/04/2019	ABRIL 2019	17				
M2	28/02/2019	FEBRERO 2019	16	M2	30/04/2019	ABRIL 2019	14				
M2	01/03/2019	MARZO 2019	11	M2	15/04/2019	MAYO 2019	24				
M2	02/03/2019	MARZO 2019	20	M2	02/05/2019	MAYO 2019	11				
M2	03/03/2019	MARZO 2019	7	M2	03/05/2019	MAYO 2019	17				
M2	04/03/2019	MARZO 2019	12	M2	04/05/2019	MAYO 2019	19				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23: Data Tiempos de Cambio Antes de la mejora

MUESTRA	DÍA	MES	T. de Cambio	MUESTRA	DÍA	MES	T. de Cambio
M1	03/07/2018	JULIO 2018	31.42	M1	02/10/2018	OCTUBRE 2018	34.73
M1	07/07/2018	JULIO 2018	30.63	M1	05/10/2018	OCTUBRE 2018	29.50
M1	09/07/2018	JULIO 2018	31.04	M1	06/10/2018	OCTUBRE 2018	32.52
M1	13/07/2018	JULIO 2018	26.27	M1	09/10/2018	OCTUBRE 2018	28.06
M1	19/07/2018	JULIO 2018	30.62	M1	11/10/2018	OCTUBRE 2018	24.32
M1	20/07/2018	JULIO 2018	28.33	M1	15/10/2018	OCTUBRE 2018	29.94
M1	23/07/2018	JULIO 2018	29.11	M1	16/10/2018	OCTUBRE 2018	29.48
M1	28/07/2018	AGOSTO 2018	33.95	M1	20/10/2018	OCTUBRE 2018	32.77
M1	01/08/2018	AGOSTO 2018	31.27	M1	22/10/2018	OCTUBRE 2018	33.76
M1	02/08/2018	AGOSTO 2018	27.52	M1	24/10/2018	OCTUBRE 2018	29.17
M1	06/08/2018	AGOSTO 2018	25.62	M1	29/10/2018	OCTUBRE 2018	27.67
M1	17/08/2018	AGOSTO 2018	28.31	M1	30/10/2018	NOVIEMBRE 2018	29.65
M1	23/08/2018	AGOSTO 2018	33.92	M1	05/11/2018	NOVIEMBRE 2018	31.34
M1	27/08/2018	AGOSTO 2018	26.42	M1	09/11/2018	NOVIEMBRE 2018	29.22
M1	29/08/2018	AGOSTO 2018	27.60	M1	10/11/2018	NOVIEMBRE 2018	30.94
M1	31/08/2018	SEPTIEMBRE 2018	24.09	M1	13/11/2018	NOVIEMBRE 2018	25.21
M1	07/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25.86	M1	16/11/2018	NOVIEMBRE 2018	30.06
M1	10/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	28.64	M1	20/11/2018	NOVIEMBRE 2018	29.33
M1	11/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	31.63	M1	24/11/2018	NOVIEMBRE 2018	28.19
M1	12/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	34.98	M1	27/11/2018	DICIEMBRE 2018	25.38
M1	13/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	26.45	M1	02/12/2018	DICIEMBRE 2018	33.37
M1	14/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	32.46	M1	05/12/2018	DICIEMBRE 2018	29.42
M1	18/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	30.78	M1	07/12/2018	DICIEMBRE 2018	32.20
M1	20/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	30.80	M1	10/12/2018	DICIEMBRE 2018	31.13
M1	21/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	28.29	M1	17/12/2018	DICIEMBRE 2018	32.17
M1	28/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	29.24	M1	20/12/2018	DICIEMBRE 2018	34.22
				M1	23/12/2018	DICIEMBRE 2018	29.79

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 24: Data Tiempos de Cambio Después de la mejora

MUESTRA	DÍA	MES	T. de Cambio	MUESTRA	DÍA	MES	T. de Cambio
M2	02/01/2019	ENERO 2019	5.05	M2	09/04/2019	ABRIL 2019	7.75
M2	03/01/2019	ENERO 2019	4.86	M2	11/04/2019	ABRIL 2019	9.16
M2	08/01/2019	ENERO 2019	6.47	M2	17/04/2019	ABRIL 2019	6.11
M2	21/01/2019	ENERO 2019	4.07	M2	19/04/2019	ABRIL 2019	5.37
M2	23/01/2019	ENERO 2019	6.70	M2	24/04/2019	ABRIL 2019	4.86
M2	24/01/2019	ENERO 2019	5.00	M2	25/04/2019	ABRIL 2019	8.13
M2	28/01/2019	ENERO 2019	5.72	M2	27/04/2019	ABRIL 2019	10.65
M2	29/01/2019	ENERO 2019	5.24	M2	30/04/2019	ABRIL 2019	6.58
M2	31/01/2019	ENERO 2019	9.51	M2	07/05/2019	MAYO 2019	5.40
M2	06/02/2019	FEBRERO 2019	7.29	M2	08/05/2019	MAYO 2019	7.65
M2	07/02/2019	FEBRERO 2019	6.51	M2	08/05/2019	MAYO 2019	9.21
M2	08/02/2019	FEBRERO 2020	4.78	M2	09/05/2019	MAYO 2019	7.35
M2	11/02/2019	FEBRERO 2019	7.69	M2	11/05/2019	MAYO 2019	9.02
M2	14/02/2019	FEBRERO 2019	8.04	M2	13/05/2019	MAYO 2019	6.22
M2	18/02/2019	FEBRERO 2019	4.63	M2	18/05/2019	MAYO 2019	9.01
M2	22/02/2019	FEBRERO 2019	5.31	M2	20/05/2019	MAYO 2019	6.11
M2	23/02/2019	FEBRERO 2019	6.20	M2	21/05/2019	MAYO 2019	8.15
M2	24/02/2019	FEBRERO 2019	7.61	M2	28/05/2019	MAYO 2019	5.63
M2	25/02/2019	FEBRERO 2019	8.17	M2	29/05/2019	MAYO 2019	7.01
M2	01/03/2019	MARZO 2019	6.65	M2	30/05/2019	MAYO 2019	6.38
M2	11/03/2019	MARZO 2019	5.88	M2	01/06/2019	JUNIO 2019	7.15
M2	20/03/2019	MARZO 2019	8.94	M2	03/06/2019	JUNIO 2019	7.06
M2	23/03/2019	MARZO 2019	8.03	M2	04/06/2019	JUNIO 2019	7.18
M2	27/03/2019	MARZO 2019	6.81	M2	05/06/2019	JUNIO 2019	5.25
M2	01/04/2019	ABRIL 2019	8.20	M2	06/06/2019	JUNIO 2019	8.13
M2	02/04/2019	ABRIL 2019	6.68	M2	13/06/2019	JUNIO 2019	8.41
M2	03/04/2019	ABRIL 2019	6.35	M2	21/06/2019	JUNIO 2019	8.98
M2	08/04/2019	ABRIL 2019	7.22	M2	29/06/2019	JUNIO 2019	9.90

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25: Data de Consumo de Pintura Antes de la Mejora

MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN	MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN	MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN
M1	02/07/2018	JULIO 2018	23.96	M1	01/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	29.83	M1	03/11/2018	NOVIEMBRE 2018	25.41
M1	03/07/2018	JULIO 2018	23.29	M1	03/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25.88	M1	05/11/2018	NOVIEMBRE 2018	23.77
M1	04/07/2018	JULIO 2018	27.22	M1	04/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24.76	M1	06/11/2018	NOVIEMBRE 2018	30.9
M1	05/07/2018	JULIO 2018	24.15	M1	05/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	26.56	M1	07/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22.48
M1	06/07/2018	JULIO 2018	17.17	M1	07/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	20.01	M1	08/11/2018	NOVIEMBRE 2018	27.61
M1	07/07/2018	JULIO 2018	26.51	M1	08/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25.73	M1	09/11/2018	NOVIEMBRE 2018	29.79
M1	09/07/2018	JULIO 2018	25.67	M1	10/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24.87	M1	10/11/2018	NOVIEMBRE 2018	25.49
M1	10/07/2018	JULIO 2018	26.6	M1	11/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	30.84	M1	12/11/2018	NOVIEMBRE 2018	21.41
M1	11/07/2018	JULIO 2018	23.86	M1	12/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	25.58	M1	13/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22.43
M1	12/07/2018	JULIO 2018	28.43	M1	13/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	23.65	M1	14/11/2018	NOVIEMBRE 2018	20.63
M1	13/07/2018	JULIO 2018	22.39	M1	14/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	26.63	M1	15/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22.12
M1	14/07/2018	JULIO 2018	29.62	M1	15/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	22.06	M1	16/11/2018	NOVIEMBRE 2018	18.87
M1	16/07/2018	JULIO 2018	26.28	M1	18/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	27.48	M1	19/11/2018	NOVIEMBRE 2018	26.15
M1	17/07/2018	JULIO 2018	25.72	M1	19/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	22.52	M1	20/11/2018	NOVIEMBRE 2018	20.84
M1	18/07/2018	JULIO 2018	28.37	M1	20/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	28.91	M1	21/11/2018	NOVIEMBRE 2018	27.44
M1	19/07/2018	JULIO 2018	21.57	M1	21/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	22.32	M1	22/11/2018	NOVIEMBRE 2018	17.42
M1	20/07/2018	JULIO 2018	30.51	M1	22/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	16.2	M1	23/11/2018	NOVIEMBRE 2018	23.68
M1	21/07/2018	JULIO 2018	24.07	M1	24/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	28.99	M1	24/11/2018	NOVIEMBRE 2018	29.49
M1	23/07/2018	JULIO 2018	21.73	M1	25/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	27.19	M1	27/11/2018	NOVIEMBRE 2018	25.32
M1	24/07/2018	JULIO 2018	23.78	M1	26/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24.37	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	30.92
M1	25/07/2018	JULIO 2018	28.7	M1	27/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	24.96	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	23.58
M1	26/07/2018	JULIO 2018	32.47	M1	28/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	27.29	M1	30/11/2018	NOVIEMBRE 2018	23.14
M1	27/07/2018	JULIO 2018	23.84	M1	29/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	38.65	M1	01/12/2018	DICIEMBRE 2018	27.12
M1	28/07/2018	JULIO 2018	27.35	M1	02/10/2018	OCTUBRE 2018	13.9	M1	02/12/2018	DICIEMBRE 2018	27.82
M1	30/07/2018	JULIO 2018	21.81	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	29.63	M1	03/12/2018	DICIEMBRE 2018	24.78
M1	31/07/2018	JULIO 2018	26.34	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	19.04	M1	04/12/2018	DICIEMBRE 2018	26.64
M1	01/08/2018	AGOSTO 2018	29.6	M1	05/10/2018	OCTUBRE 2018	26.76	M1	05/12/2018	DICIEMBRE 2018	26.82
M1	02/08/2018	AGOSTO 2018	25.86	M1	06/10/2018	OCTUBRE 2018	25.05	M1	06/12/2018	DICIEMBRE 2018	29.51
M1	03/08/2018	AGOSTO 2018	28.11	M1	09/10/2018	OCTUBRE 2018	24.86	M1	07/12/2018	DICIEMBRE 2018	19.13
M1	04/08/2018	AGOSTO 2018	27.3	M1	10/10/2018	OCTUBRE 2018	18.06	M1	08/12/2018	DICIEMBRE 2018	26.05
M1	06/08/2018	AGOSTO 2018	26.01	M1	11/10/2018	OCTUBRE 2018	23.3	M1	10/12/2018	DICIEMBRE 2018	22.02
M1	07/08/2018	AGOSTO 2018	25.23	M1	12/10/2018	OCTUBRE 2018	19.89	M1	11/12/2018	DICIEMBRE 2018	26.7
M1	08/08/2018	AGOSTO 2018	28.72	M1	13/10/2018	OCTUBRE 2018	25.27	M1	12/12/2018	DICIEMBRE 2018	24.99
M1	09/08/2018	AGOSTO 2018	29.59	M1	15/10/2018	OCTUBRE 2018	33.01	M1	13/12/2018	DICIEMBRE 2018	28.42
M1	10/08/2018	AGOSTO 2018	25.37	M1	16/10/2018	OCTUBRE 2018	19.69	M1	14/12/2018	DICIEMBRE 2018	24.36
M1	11/08/2018	AGOSTO 2018	22.44	M1	17/10/2018	OCTUBRE 2018	27.31	M1	15/12/2018	DICIEMBRE 2018	23.63
M1	13/08/2018	AGOSTO 2018	29.27	M1	18/10/2018	OCTUBRE 2018	28.98	M1	17/12/2018	DICIEMBRE 2018	20.58
M1	14/08/2018	AGOSTO 2018	26.92	M1	19/10/2018	OCTUBRE 2018	30.19	M1	18/12/2018	DICIEMBRE 2018	26.29
M1	15/08/2018	AGOSTO 2018	29.38	M1	20/10/2018	OCTUBRE 2018	29.08	M1	19/12/2018	DICIEMBRE 2018	25.18
M1	17/08/2018	AGOSTO 2018	23.41	M1	22/10/2018	OCTUBRE 2018	25.1	M1	20/12/2018	DICIEMBRE 2018	32.46
M1	20/08/2018	AGOSTO 2018	28.14	M1	23/10/2018	OCTUBRE 2018	32.17	M1	21/12/2018	DICIEMBRE 2018	23.08
M1	21/08/2018	AGOSTO 2018	24.31	M1	24/10/2018	OCTUBRE 2018	22.94	M1	22/12/2018	DICIEMBRE 2018	29.7
M1	22/08/2018	AGOSTO 2018	25.12	M1	25/10/2018	OCTUBRE 2018	23.67	M1	24/12/2018	DICIEMBRE 2018	25.3
M1	23/08/2018	AGOSTO 2018	17.21	M1	26/10/2018	OCTUBRE 2018	27.33	M1	25/12/2018	DICIEMBRE 2018	19.09
M1	25/08/2018	AGOSTO 2018	21.91	M1	27/10/2018	OCTUBRE 2018	28.4	M1	26/12/2018	DICIEMBRE 2018	28.93
M1	27/08/2018	AGOSTO 2018	22.41	M1	29/10/2018	OCTUBRE 2018	22.8	M1	28/12/2018	DICIEMBRE 2018	21.63
M1	29/08/2018	AGOSTO 2018	34.33	M1	30/10/2018	OCTUBRE 2018	25.58	M1	29/12/2018	DICIEMBRE 2018	28.11
M1	31/08/2018	AGOSTO 2018	18.12	M1	31/10/2018	OCTUBRE 2018	22.43	M1	31/12/2018	DICIEMBRE 2018	30.88
M1	18/08/2019	AGOSTO 2018	26.91	M1	02/11/2018	NOVIEMBRE 2018	22.44				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26: Data de Consumo de Pintura Después de la Mejora

MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN	MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN	MUESTRA	Día	MES	CONSUMO GLN
M2	02/01/2019	ENERO 2019	25.54	M2	04/03/2019	MARZO 2019	14.95	M2	03/05/2019	MAYO 2019	16.79
M2	03/01/2019	ENERO 2019	12.62	M2	05/03/2019	MARZO 2019	19.92	M2	04/05/2019	MAYO 2019	17.49
M2	04/01/2019	ENERO 2019	19.06	M2	06/03/2019	MARZO 2019	15.95	M2	06/05/2019	MAYO 2019	32.34
M2	05/01/2019	ENERO 2019	16.49	M2	07/03/2019	MARZO 2019	22.89	M2	07/05/2019	MAYO 2019	11.30
M2	08/01/2019	ENERO 2019	20.78	M2	08/03/2019	MARZO 2019	17.67	M2	08/05/2019	MAYO 2019	9.92
M2	10/01/2019	ENERO 2019	17.28	M2	09/03/2019	MARZO 2019	17.97	M2	09/05/2019	MAYO 2019	13.53
M2	12/01/2019	ENERO 2019	11.86	M2	11/03/2019	MARZO 2019	17.58	M2	10/05/2019	MAYO 2019	20.90
M2	14/01/2019	ENERO 2019	12.20	M2	12/03/2019	MARZO 2019	13.20	M2	11/05/2019	MAYO 2019	21.60
M2	15/01/2019	ENERO 2019	18.57	M2	13/03/2019	MARZO 2019	17.82	M2	13/05/2019	MAYO 2019	12.93
M2	16/01/2019	ENERO 2019	10.11	M2	14/03/2019	MARZO 2019	25.15	M2	14/05/2019	MAYO 2019	15.51
M2	18/01/2019	ENERO 2019	16.07	M2	15/03/2019	MARZO 2019	17.53	M2	16/05/2019	MAYO 2019	21.24
M2	19/01/2019	ENERO 2019	13.91	M2	16/03/2019	MARZO 2019	26.13	M2	17/05/2019	MAYO 2019	22.09
M2	21/01/2019	ENERO 2019	25.26	M2	19/03/2019	MARZO 2019	12.39	M2	18/05/2019	MAYO 2019	9.21
M2	22/01/2019	ENERO 2019	16.85	M2	20/03/2019	MARZO 2019	24.69	M2	20/05/2019	MAYO 2019	17.28
M2	23/01/2019	ENERO 2019	19.33	M2	21/03/2019	MARZO 2019	23.77	M2	21/05/2019	MAYO 2019	23.65
M2	24/01/2019	ENERO 2019	14.17	M2	22/03/2019	MARZO 2019	18.40	M2	22/05/2019	MAYO 2019	14.50
M2	25/01/2019	ENERO 2019	18.01	M2	23/03/2019	MARZO 2019	8.05	M2	23/05/2019	MAYO 2019	11.71
M2	26/01/2019	ENERO 2019	16.43	M2	24/03/2019	MARZO 2019	13.20	M2	24/05/2019	MAYO 2019	13.74
M2	28/01/2019	ENERO 2019	16.75	M2	27/03/2019	MARZO 2019	19.03	M2	25/05/2019	MAYO 2019	13.93
M2	29/01/2019	ENERO 2019	18.83	M2	28/03/2019	MARZO 2019	9.46	M2	28/05/2019	MAYO 2019	25.86
M2	30/01/2019	ENERO 2019	13.03	M2	29/03/2019	MARZO 2019	22.50	M2	29/05/2019	MAYO 2019	14.22
M2	31/01/2019	ENERO 2019	18.65	M2	30/03/2019	MARZO 2019	19.98	M2	30/05/2019	MAYO 2019	14.57
M2	01/02/2019	FEBRERO 2019	13.44	M2	01/04/2019	ABRIL 2019	28.58	M2	31/05/2019	MAYO 2019	11.13
M2	02/02/2019	FEBRERO 2019	14.19	M2	02/04/2019	ABRIL 2019	14.86	M2	01/06/2019	JUNIO 2019	12.46
M2	04/02/2019	FEBRERO 2019	11.42	M2	03/04/2019	ABRIL 2019	19.12	M2	03/06/2019	JUNIO 2019	16.42
M2	05/02/2019	FEBRERO 2019	14.61	M2	04/04/2019	ABRIL 2019	10.02	M2	04/06/2019	JUNIO 2019	27.97
M2	06/02/2019	FEBRERO 2019	18.82	M2	05/04/2019	ABRIL 2019	21.38	M2	05/06/2019	JUNIO 2019	15.28
M2	07/02/2019	FEBRERO 2019	20.39	M2	06/04/2019	ABRIL 2019	18.54	M2	06/06/2019	JUNIO 2019	14.14
M2	08/02/2019	FEBRERO 2019	19.82	M2	08/04/2019	ABRIL 2019	25.81	M2	07/06/2019	JUNIO 2019	18.99
M2	11/02/2019	FEBRERO 2019	20.07	M2	09/04/2019	ABRIL 2019	22.66	M2	08/06/2019	JUNIO 2019	19.01
M2	12/02/2019	FEBRERO 2019	13.33	M2	10/04/2019	ABRIL 2019	21.76	M2	10/06/2019	JUNIO 2019	13.46
M2	13/02/2019	FEBRERO 2019	15.79	M2	11/04/2019	ABRIL 2019	10.19	M2	11/06/2019	JUNIO 2019	11.21
M2	14/02/2019	FEBRERO 2019	16.11	M2	13/04/2019	ABRIL 2019	21.84	M2	12/06/2019	JUNIO 2019	12.70
M2	15/02/2019	FEBRERO 2019	22.58	M2	15/04/2019	ABRIL 2019	30.49	M2	13/06/2019	JUNIO 2019	18.29
M2	16/02/2019	FEBRERO 2019	20.57	M2	16/04/2019	ABRIL 2019	19.44	M2	14/06/2019	JUNIO 2019	12.51
M2	17/02/2019	FEBRERO 2019	15.25	M2	17/04/2019	ABRIL 2019	6.07	M2	15/06/2019	JUNIO 2019	13.63
M2	18/02/2019	FEBRERO 2019	22.48	M2	19/04/2019	ABRIL 2019	10.03	M2	17/06/2019	JUNIO 2019	10.76
M2	19/02/2019	FEBRERO 2019	24.74	M2	20/04/2019	ABRIL 2019	11.18	M2	18/06/2019	JUNIO 2019	17.12
M2	20/02/2019	FEBRERO 2019	24.79	M2	22/04/2019	ABRIL 2019	16.09	M2	19/06/2019	JUNIO 2019	19.98
M2	21/02/2019	FEBRERO 2019	16.42	M2	23/04/2019	ABRIL 2019	14.04	M2	21/06/2019	JUNIO 2019	7.20
M2	22/02/2019	FEBRERO 2019	24.61	M2	24/04/2019	ABRIL 2019	14.25	M2	22/06/2019	JUNIO 2019	4.23
M2	23/02/2019	FEBRERO 2019	25.84	M2	25/04/2019	ABRIL 2019	20.76	M2	24/06/2019	JUNIO 2019	10.45
M2	24/02/2019	FEBRERO 2019	14.41	M2	26/04/2019	ABRIL 2019	18.25	M2	25/06/2019	JUNIO 2019	11.49
M2	25/02/2019	FEBRERO 2019	8.71	M2	27/04/2019	ABRIL 2019	12.42	M2	27/06/2019	JUNIO 2019	13.86
M2	26/02/2019	FEBRERO 2019	10.32	M2	28/04/2019	ABRIL 2019	18.39	M2	28/06/2019	JUNIO 2019	24.44
M2	28/02/2019	FEBRERO 2019	29.04	M2	29/04/2019	ABRIL 2019	15.33	M2	29/06/2019	JUNIO 2019	14.85
M2	01/03/2019	MARZO 2019	27.75	M2	30/04/2019	ABRIL 2019	18.20				
M2	02/03/2019	MARZO 2019	19.33	M2	15/04/2019	MAYO 2019	17.52				
M2	03/03/2019	MARZO 2019	19.05	M2	02/05/2019	MAYO 2019	22.12				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 27: Data de Productividad Antes de la Mejora

MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD	MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD	MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD
M1	02/07/2018	JULIO 2018	341.56	M1	01/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	367.10	M1	03/11/2018	NOVIEMBRE 2018	307.50
M1	03/07/2018	JULIO 2018	345.72	M1	03/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	317.29	M1	05/11/2018	NOVIEMBRE 2018	318.04
M1	04/07/2018	JULIO 2018	302.55	M1	04/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	344.14	M1	06/11/2018	NOVIEMBRE 2018	323.57
M1	05/07/2018	JULIO 2018	306.82	M1	05/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	372.68	M1	07/11/2018	NOVIEMBRE 2018	298.39
M1	06/07/2018	JULIO 2018	395.60	M1	07/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	343.01	M1	08/11/2018	NOVIEMBRE 2018	282.48
M1	07/07/2018	JULIO 2018	367.44	M1	08/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	372.58	M1	09/11/2018	NOVIEMBRE 2018	293.80
M1	09/07/2018	JULIO 2018	355.29	M1	10/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	291.44	M1	10/11/2018	NOVIEMBRE 2018	279.38
M1	10/07/2018	JULIO 2018	346.80	M1	11/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	308.93	M1	12/11/2018	NOVIEMBRE 2018	312.13
M1	11/07/2018	JULIO 2018	345.46	M1	12/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	364.63	M1	13/11/2018	NOVIEMBRE 2018	304.90
M1	12/07/2018	JULIO 2018	308.58	M1	13/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	323.21	M1	14/11/2018	NOVIEMBRE 2018	313.81
M1	13/07/2018	JULIO 2018	353.22	M1	14/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	323.88	M1	15/11/2018	NOVIEMBRE 2018	300.62
M1	14/07/2018	JULIO 2018	339.79	M1	15/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	301.77	M1	16/11/2018	NOVIEMBRE 2018	283.39
M1	16/07/2018	JULIO 2018	306.74	M1	18/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	359.71	M1	19/11/2018	NOVIEMBRE 2018	319.42
M1	17/07/2018	JULIO 2018	335.81	M1	19/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	301.64	M1	20/11/2018	NOVIEMBRE 2018	380.68
M1	18/07/2018	JULIO 2018	323.27	M1	20/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	330.55	M1	21/11/2018	NOVIEMBRE 2018	332.82
M1	19/07/2018	JULIO 2018	337.86	M1	21/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	296.07	M1	22/11/2018	NOVIEMBRE 2018	280.06
M1	20/07/2018	JULIO 2018	299.49	M1	22/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	302.69	M1	23/11/2018	NOVIEMBRE 2018	259.56
M1	21/07/2018	JULIO 2018	349.67	M1	24/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	282.86	M1	24/11/2018	NOVIEMBRE 2018	290.51
M1	23/07/2018	JULIO 2018	302.71	M1	25/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	273.96	M1	27/11/2018	NOVIEMBRE 2018	282.92
M1	24/07/2018	JULIO 2018	318.51	M1	26/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	330.49	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	296.49
M1	25/07/2018	JULIO 2018	316.14	M1	27/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	323.30	M1	29/11/2018	NOVIEMBRE 2018	294.06
M1	26/07/2018	JULIO 2018	327.91	M1	28/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	288.39	M1	30/11/2018	NOVIEMBRE 2018	334.35
M1	27/07/2018	JULIO 2018	414.21	M1	29/09/2018	SEPTIEMBRE 2018	281.85	M1	01/12/2018	DICIEMBRE 2018	355.00
M1	28/07/2018	JULIO 2018	403.30	M1	02/10/2018	OCTUBRE 2018	285.19	M1	02/12/2018	DICIEMBRE 2018	311.99
M1	30/07/2018	JULIO 2018	325.50	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	272.06	M1	03/12/2018	DICIEMBRE 2018	351.37
M1	31/07/2018	JULIO 2018	307.00	M1	03/10/2018	OCTUBRE 2018	273.37	M1	04/12/2018	DICIEMBRE 2018	313.10
M1	01/08/2018	AGOSTO 2018	292.72	M1	05/10/2018	OCTUBRE 2018	341.15	M1	05/12/2018	DICIEMBRE 2018	320.69
M1	02/08/2018	AGOSTO 2018	320.66	M1	06/10/2018	OCTUBRE 2018	292.95	M1	06/12/2018	DICIEMBRE 2018	334.17
M1	03/08/2018	AGOSTO 2018	314.52	M1	09/10/2018	OCTUBRE 2018	350.76	M1	07/12/2018	DICIEMBRE 2018	330.76
M1	04/08/2018	AGOSTO 2018	336.30	M1	10/10/2018	OCTUBRE 2018	360.17	M1	08/12/2018	DICIEMBRE 2018	344.72
M1	06/08/2018	AGOSTO 2018	308.96	M1	11/10/2018	OCTUBRE 2018	307.54	M1	10/12/2018	DICIEMBRE 2018	332.99
M1	07/08/2018	AGOSTO 2018	296.28	M1	12/10/2018	OCTUBRE 2018	265.10	M1	11/12/2018	DICIEMBRE 2018	341.58
M1	08/08/2018	AGOSTO 2018	331.10	M1	13/10/2018	OCTUBRE 2018	314.80	M1	12/12/2018	DICIEMBRE 2018	364.93
M1	09/08/2018	AGOSTO 2018	350.56	M1	15/10/2018	OCTUBRE 2018	291.65	M1	13/12/2018	DICIEMBRE 2018	314.21
M1	10/08/2018	AGOSTO 2018	288.97	M1	16/10/2018	OCTUBRE 2018	320.27	M1	14/12/2018	DICIEMBRE 2018	370.50
M1	11/08/2018	AGOSTO 2018	340.63	M1	17/10/2018	OCTUBRE 2018	316.32	M1	15/12/2018	DICIEMBRE 2018	357.09
M1	13/08/2018	AGOSTO 2018	308.46	M1	18/10/2018	OCTUBRE 2018	278.88	M1	17/12/2018	DICIEMBRE 2018	284.25
M1	14/08/2018	AGOSTO 2018	300.66	M1	19/10/2018	OCTUBRE 2018	332.89	M1	18/12/2018	DICIEMBRE 2018	332.54
M1	15/08/2018	AGOSTO 2018	288.24	M1	20/10/2018	OCTUBRE 2018	366.69	M1	19/12/2018	DICIEMBRE 2018	348.25
M1	17/08/2018	AGOSTO 2018	334.43	M1	22/10/2018	OCTUBRE 2018	339.49	M1	20/12/2018	DICIEMBRE 2018	398.88
M1	20/08/2018	AGOSTO 2018	363.01	M1	23/10/2018	OCTUBRE 2018	306.92	M1	21/12/2018	DICIEMBRE 2018	348.65
M1	21/08/2018	AGOSTO 2018	321.95	M1	24/10/2018	OCTUBRE 2018	378.24	M1	22/12/2018	DICIEMBRE 2018	336.96
M1	22/08/2018	AGOSTO 2018	326.54	M1	25/10/2018	OCTUBRE 2018	313.51	M1	24/12/2018	DICIEMBRE 2018	379.53
M1	23/08/2018	AGOSTO 2018	314.31	M1	26/10/2018	OCTUBRE 2018	322.88	M1	25/12/2018	DICIEMBRE 2018	325.67
M1	25/08/2018	AGOSTO 2018	347.96	M1	27/10/2018	OCTUBRE 2018	298.23	M1	26/12/2018	DICIEMBRE 2018	384.43
M1	27/08/2018	AGOSTO 2018	311.34	M1	29/10/2018	OCTUBRE 2018	265.38	M1	28/12/2018	DICIEMBRE 2018	350.87
M1	29/08/2018	AGOSTO 2018	372.65	M1	30/10/2018	OCTUBRE 2018	279.95	M1	29/12/2018	DICIEMBRE 2018	392.68
M1	31/08/2018	AGOSTO 2018	296.08	M1	31/10/2018	OCTUBRE 2018	316.31	M1	31/12/2018	DICIEMBRE 2018	398.88
M1	18/08/2019	AGOSTO 2018	314.71	M1	02/11/2018	NOVIEMBRE 2018	338.39				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 28: Data de Productividad Después de la Mejora

MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD	MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD	MUESTRA	Día	MES	PRODUCTIVIDAD
M2	02/01/2019	ENERO 2019	355.50	M2	04/03/2019	MARZO 2019	361.61	M2	03/05/2019	MAYO 2019	362.67
M2	03/01/2019	ENERO 2019	385.29	M2	05/03/2019	MARZO 2019	327.14	M2	04/05/2019	MAYO 2019	329.29
M2	04/01/2019	ENERO 2019	322.74	M2	06/03/2019	MARZO 2019	381.64	M2	06/05/2019	MAYO 2019	342.63
M2	05/01/2019	ENERO 2019	383.09	M2	07/03/2019	MARZO 2019	349.36	M2	07/05/2019	MAYO 2019	319.80
M2	08/01/2019	ENERO 2019	373.24	M2	08/03/2019	MARZO 2019	387.21	M2	08/05/2019	MAYO 2019	324.66
M2	10/01/2019	ENERO 2019	392.73	M2	09/03/2019	MARZO 2019	378.23	M2	09/05/2019	MAYO 2019	335.00
M2	12/01/2019	ENERO 2019	399.15	M2	11/03/2019	MARZO 2019	364.07	M2	10/05/2019	MAYO 2019	348.09
M2	14/01/2019	ENERO 2019	369.70	M2	12/03/2019	ENERO 2019	352.00	M2	11/05/2019	MAYO 2019	387.35
M2	15/01/2019	ENERO 2019	371.59	M2	13/03/2019	MARZO 2019	375.68	M2	13/05/2019	MAYO 2019	333.50
M2	16/01/2019	ENERO 2019	328.77	M2	14/03/2019	MARZO 2019	378.07	M2	14/05/2019	MAYO 2019	391.00
M2	18/01/2019	ENERO 2019	359.43	M2	15/03/2019	MARZO 2019	342.76	M2	16/05/2019	MAYO 2019	347.81
M2	19/01/2019	ENERO 2019	346.31	M2	16/03/2019	MARZO 2019	379.02	M2	17/05/2019	MAYO 2019	383.51
M2	21/01/2019	ENERO 2019	360.39	M2	19/03/2019	MARZO 2019	353.76	M2	18/05/2019	MAYO 2019	327.13
M2	22/01/2019	ENERO 2019	338.45	M2	20/03/2019	MARZO 2019	369.40	M2	20/05/2019	MAYO 2019	335.28
M2	23/01/2019	ENERO 2019	357.13	M2	21/03/2019	MARZO 2019	383.16	M2	21/05/2019	MAYO 2019	375.76
M2	24/01/2019	ENERO 2019	344.32	M2	22/03/2019	MARZO 2019	392.99	M2	22/05/2019	MAYO 2019	370.63
M2	25/01/2019	ENERO 2019	388.10	M2	23/03/2019	MARZO 2019	368.84	M2	23/05/2019	MAYO 2019	307.61
M2	26/01/2019	ENERO 2019	375.94	M2	24/03/2019	MARZO 2019	403.58	M2	24/05/2019	MAYO 2019	391.94
M2	28/01/2019	ENERO 2019	390.90	M2	27/03/2019	MARZO 2019	371.17	M2	25/05/2019	MAYO 2019	347.24
M2	29/01/2019	ENERO 2019	350.89	M2	28/03/2019	MARZO 2019	345.21	M2	28/05/2019	MAYO 2019	345.60
M2	30/01/2019	ENERO 2019	354.77	M2	29/03/2019	MARZO 2019	413.38	M2	29/05/2019	MAYO 2019	397.91
M2	31/01/2019	ENERO 2019	340.82	M2	30/03/2019	MARZO 2019	323.65	M2	30/05/2019	MAYO 2019	353.38
M2	01/02/2019	FEBRERO 2019	360.21	M2	01/04/2019	ABRIL 2019	341.85	M2	31/05/2019	MAYO 2019	469.49
M2	02/02/2019	FEBRERO 2019	391.38	M2	02/04/2019	ABRIL 2019	379.57	M2	01/06/2019	JUNIO 2019	363.73
M2	04/02/2019	FEBRERO 2019	370.24	M2	03/04/2019	ABRIL 2019	338.25	M2	03/06/2019	JUNIO 2019	373.17
M2	05/02/2019	FEBRERO 2019	342.29	M2	04/04/2019	ABRIL 2019	352.31	M2	04/06/2019	JUNIO 2019	394.19
M2	06/02/2019	FEBRERO 2019	365.87	M2	05/04/2019	ABRIL 2019	372.92	M2	05/06/2019	JUNIO 2019	389.19
M2	07/02/2019	FEBRERO 2019	345.65	M2	06/04/2019	ABRIL 2019	337.67	M2	06/06/2019	JUNIO 2019	397.66
M2	08/02/2019	FEBRERO 2019	390.53	M2	08/04/2019	ABRIL 2019	319.88	M2	07/06/2019	JUNIO 2019	341.35
M2	11/02/2019	FEBRERO 2019	358.05	M2	09/04/2019	ABRIL 2019	353.25	M2	08/06/2019	JUNIO 2019	387.28
M2	12/02/2019	FEBRERO 2019	378.00	M2	10/04/2019	ABRIL 2019	384.29	M2	10/06/2019	JUNIO 2019	373.87
M2	13/02/2019	FEBRERO 2019	400.27	M2	11/04/2019	ABRIL 2019	376.13	M2	11/06/2019	JUNIO 2019	365.82
M2	14/02/2019	FEBRERO 2019	374.15	M2	13/04/2019	ABRIL 2019	385.39	M2	12/06/2019	JUNIO 2019	343.79
M2	15/02/2019	FEBRERO 2019	347.42	M2	15/04/2019	ABRIL 2019	435.90	M2	13/06/2019	JUNIO 2019	363.75
M2	16/02/2019	FEBRERO 2019	384.26	M2	16/04/2019	ABRIL 2019	371.61	M2	14/06/2019	JUNIO 2019	374.16
M2	17/02/2019	FEBRERO 2019	379.52	M2	17/04/2019	ABRIL 2019	359.54	M2	15/06/2019	JUNIO 2019	439.03
M2	18/02/2019	FEBRERO 2019	345.17	M2	19/04/2019	ABRIL 2019	410.97	M2	17/06/2019	JUNIO 2019	363.10
M2	19/02/2019	FEBRERO 2019	354.00	M2	20/04/2019	ABRIL 2019	425.83	M2	18/06/2019	JUNIO 2019	348.00
M2	20/02/2019	FEBRERO 2019	369.27	M2	22/04/2019	ABRIL 2019	373.49	M2	19/06/2019	JUNIO 2019	361.46
M2	21/02/2019	FEBRERO 2019	391.47	M2	23/04/2019	ABRIL 2019	364.53	M2	21/06/2019	JUNIO 2019	343.81
M2	22/02/2019	FEBRERO 2019	327.93	M2	24/04/2019	ABRIL 2019	400.71	M2	22/06/2019	JUNIO 2019	341.93
M2	23/02/2019	FEBRERO 2019	343.38	M2	25/04/2019	ABRIL 2019	329.49	M2	24/06/2019	JUNIO 2019	348.98
M2	24/02/2019	FEBRERO 2019	370.41	M2	26/04/2019	ABRIL 2019	330.90	M2	25/06/2019	JUNIO 2019	338.73
M2	25/02/2019	FEBRERO 2019	329.38	M2	27/04/2019	ABRIL 2019	384.94	M2	27/06/2019	JUNIO 2019	343.52
M2	26/02/2019	FEBRERO 2019	344.71	M2	28/04/2019	ABRIL 2019	359.35	M2	28/06/2019	JUNIO 2019	363.24
M2	28/02/2019	FEBRERO 2019	361.33	M2	29/04/2019	ABRIL 2019	372.16	M2	29/06/2019	JUNIO 2019	351.72
M2	01/03/2019	MARZO 2019	378.81	M2	30/04/2019	ABRIL 2019	398.40				
M2	02/03/2019	MARZO 2019	360.73	M2	15/04/2019	MAYO 2019	366.35				
M2	03/03/2019	MARZO 2019	380.61	M2	02/05/2019	MAYO 2019	358.17				

Fuente: Elaboración propia.