



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Lean manufacturing para incrementar la productividad de la línea 3 en la
empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. Vela Valqui Cesar Alberto (ORCID: 0000-0003-2880-4126)

ASESORA:

Msc. Mary Laura Delgado Montes (ORCID: 0000-0001-9639-657X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial Y Productiva

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres, por el apoyo incondicional que me han dado durante todo este largo camino al éxito.

AGRADECIMIENTO

A mis docentes y compañeros de la universidad por su apoyo y asesorías brindadas durante el desarrollo de este proyecto.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Cesar Alberto Vela Valqui, con DNI N° 74096534, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.


.....
César Alberto Vela Valqui
DNI N°74096534

Lima, del 2019

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática	2
1.2. Trabajos Previos.....	12
1.3. Teorías relacionadas.....	16
1.3.1. Productividad.....	16
1.3.2. Lean Manufacturing	22
1.4. Formulación del problema	33
1.4.1. Problema General	33
1.4.2. Problemas Específicos.....	33
1.5. Justificación del estudio.....	33
1.6. Hipótesis	34
1.6.1. Hipótesis General	34
1.6.2. Hipótesis Específicos.....	34
1.7. Objetivos de la Investigación.....	34
1.7.1. Objetivo General.....	34
1.7.2. Objetivos Específicos	34
II. MÉTODO	36
2.1. Tipo y diseño de investigación	37

2.1.1.	Tipo de investigación.....	37
2.1.2.	Diseño de investigación.....	37
2.2.	Operacionalización de variables	38
2.2.1.	Variable independiente: Lean Manufacturing	38
2.2.2.	Variable dependiente: Productividad.....	39
2.3.	Población, muestra y muestreo	42
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.4.1.	Técnicas	42
2.4.2.	Instrumentos	44
2.4.3.	Validez de los instrumentos.....	45
2.4.4.	Confiabilidad de los instrumentos	46
2.5.	Procedimientos.....	46
2.5.1.	Situación actual de la empresa.....	48
2.5.2.	Ejecución de la propuesta de mejora	70
2.5.3.	Situación después de la mejora.....	88
2.5.4.	Análisis económico financiero (B/C)	106
2.6.	Método de análisis de datos	109
2.7.	Aspectos éticos.....	109
III.	RESULTADOS	110
3.1.	Análisis descriptivo.....	111
3.1.1.	Productividad.....	111
3.1.2.	Lean Manufacturing	114
3.2.	Análisis inferencial	116
3.2.1.	Contrastación de la Hipótesis General.....	116
3.2.2.	Contrastación de Hipótesis Específicas	118
IV.	DISCUSIÓN.....	124
V.	CONCLUSIONES	127
VI.	RECOMENDACIONES	130
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
	Anexo 1: Matriz de Operacionalización	137

Anexo 2: Matriz de consistencia.....	138
Anexo 3: Validación instrumentos.....	139
Anexo 4: Instrumento de recolección de datos del Tack Time.....	142
Anexo 5: Instrumento de recolección de datos del Despilfarro.....	142
Anexo 6: Instrumento de recolección de datos de la eficiencia.....	142
Anexo 8: Instrumento de recolección de datos de la eficacia.....	143
Anexo 9: Presupuesto de la investigación.....	144
Anexo 10: Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	145
Anexo 11: Turnitin.....	146
Anexo 13: Formulario de autorización de publicación de la tesis.....	147
Anexo 14: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Motivo de paradas en la línea 3 en el mes de agosto durante el turno diurno ...	5
Tabla N° 2: Problemas de la línea 3 de Ladrillos Lark	6
Tabla N° 3: Matriz de correlación de problemas.....	9
Tabla N° 4: Estratificación de problemas.....	11
Tabla N° 5: Alternativas de solución.....	11
Tabla N° 6: Diferencia entre eficiencia y eficacia.....	22
Tabla N° 7: Matriz de Coherencia.....	35
Tabla N° 8: Matriz de operacionalización de las variables	41
Tabla N° 9: Cronograma de implementación de la mejora	47
Tabla N° 10: Resumen del presupuesto de la investigación.....	47
Tabla N° 11: Datos de la dimensión antes de la mejora: Kaizen	53
Tabla N° 12: Tack time antes de la mejora en la línea 3	56
Tabla N° 13: Datos de la dimensión antes de la mejora: Despilfarro.....	57
Tabla N° 14: Tiempo promedio de falla antes de la mejora en la línea 3	60
Tabla N° 15: Datos de la dimensión antes de la mejora: Eficacia.....	61
Tabla N° 16: Eficacia promedio antes de la mejora en la línea 3.....	64
Tabla N° 17: Datos de la dimensión antes de la mejora: Eficiencia.....	65
Tabla N° 18: Eficiencia antes de la mejora en la línea 3.....	68
Tabla N° 19: Productividad antes de la mejora en la línea 3.....	69
Tabla N° 20: Pasos para la ejecución de la mejora	70
Tabla N° 21: Problemas en el área de molienda y formado 3	71
Tabla N° 22: Datos de la dimensión después de la mejora: Kaizen	90
Tabla N° 23: Tack time después de la mejora en la línea 3.....	93
Tabla N° 24: Datos de la dimensión después de la mejora: Despilfarro	94
Tabla N° 25: Tiempo promedio de falla después de la mejora en la línea 3	97
Tabla N° 26: Datos de la dimensión después de la mejora: Eficacia	98
Tabla N° 27: Eficacia promedio después de la mejora en la línea 3	101
Tabla N° 28: Datos de la dimensión después de la mejora: Eficiencia	101
Tabla N° 29: Eficiencia después de la mejora en la línea 3	104
Tabla N° 30: Productividad después de la mejora en la línea 3	105
Tabla N° 31: Tiempo efectivo antes y después	106

Tabla N° 32: Producción efectiva antes y después.....	107
Tabla N° 33: Producción perdida durante el tiempo perdido antes y después	107
Tabla N° 34: Producción perdida expresada en costos.....	108
Tabla N° 35: Beneficio de la mejora	108
Tabla N° 36: Beneficio / Costo de la mejora.....	108
Tabla N° 37: Promedio de la eficacia antes y después de la mejora	111
Tabla N° 38: Promedio de la eficiencia antes y después de la mejora	112
Tabla N° 39: Promedio de la productividad antes y después de la mejora	113
Tabla N° 40: Promedio de Tack Time antes y después de la mejora	114
Tabla N° 41: Promedio del tiempo medio de falla antes y después de la mejora	115
Tabla N° 42: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov – Smirnov.....	116
Tabla N° 43: Comparación de medias de la productividad antes y después con Wilcoxon	117
Tabla N° 44: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la productividad	118
Tabla N° 45: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov – Smirnov	119
Tabla N° 46: Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon	120
Tabla N° 47: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficiencia.....	120
Tabla N° 48: Prueba de normalidad de la eficacia con Kolmogorov – Smirnov	121
Tabla N° 49: Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon	122
Tabla N° 50: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Productores ladrilleros en Latinoamérica, 2016.	2
Figura N° 2. Producción de ladrillos, 2017.	4
Figura N° 3. Diagrama de flujo de la línea 3.....	7
Figura N° 4: Diagrama de Ishikawa de la empresa Ladrillos Lark	8
Figura N° 5: Diagrama de Pareto de la empresa Ladrillos Lark, 2018	10
Figura N° 6: Estratificación de problemas por macroprocesos	11
Figura N° 7: Factores de la productividad.....	17
Figura N° 8: Adaptación de la casa Toyota.....	24
Figura N° 9: Los 7 desperdicios del lean.....	25
Figura N° 10: Técnicas y Herramientas del Lean Manufacturing.....	26
Figura N° 11: Kai (cambio) + Zen (bueno) = Mejoramiento	26
Figura N° 12: Ejemplo de <i>A3 Report</i>	29
Figura N° 13: Organigrama de la empresa Ladrillos Lark	49
Figura N° 14: Diagrama de flujo de la línea 3.....	51
Figura N° 15: VSM de la línea 3 antes de la mejora	52
Figura N° 16: Tack Time antes de la mejora en la línea 3	56
Figura N° 17: Tiempo promedio de falla antes de la mejora en la línea 3.....	60
Figura N° 18: Eficacia antes de la mejora en la línea 3.....	64
Figura N° 19: Eficiencia antes de la mejora en la línea 3.....	68
Figura N° 20: Productividad antes de la mejora en la línea 3	69
Figura N° 21: Asistentes al primer evento Kaizen.	73
Figura N° 22: Procedimiento de molienda	74
Figura N° 23: Procedimiento de molienda	75
Figura N° 24: Procedimiento de molienda	76
Figura N° 25: Procedimiento de molienda	77
Figura N° 26: Asistentes al segundo evento Kaizen.	78
Figura N° 27: Procedimiento de Formado.....	79
Figura N° 28: Procedimiento de Formado.....	80
Figura N° 29: Procedimiento de Formado.....	81
Figura N° 30: Prueba de manuales de procedimiento en molienda.....	82
Figura N° 31: Prueba de manuales de procedimiento en molienda.....	83

Figura N° 32: Formato A3 presentado a la Jefatura de Producción	84
Figura N° 33: Formato A3 elaborado para proceso de molienda.....	85
Figura N° 34: Formato A3 elaborado para proceso de formado	86
Figura N° 35: Manual de procedimiento de molienda aprobado.....	87
Figura N° 36: Manual de procedimiento de formado aprobado	88
Figura N° 37: VSM de la línea 3 después de la mejora.....	89
Figura N° 38: Tack Time después de la mejora en la línea 3	93
Figura N° 39: Tiempo promedio de falla después de la mejora en la línea 3.....	97
Figura N° 40: Eficacia después de la mejora en la línea 3	101
Figura N° 41: Eficiencia después de la mejora en la línea 3	105
Figura N° 42: Productividad después de la mejora en la línea 3.....	106
Figura N° 43: Promedio de la eficacia antes y después de la mejora.....	111
Figura N° 44: Promedio de la eficiencia antes y después de la mejora.....	112
Figura N° 45: Promedio de la productividad antes y después de la mejora	113
Figura N° 46: Promedio de Tack Time antes y después de la mejora.....	114
Figura N° 47: Promedio del tiempo medio de falla antes y después de la mejora	115

RESUMEN

El presente proyecto de tesis, tiene como problema principal la baja productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, la cual es ocasionado por las paradas de producción en los procesos claves de molienda y formado. Esta investigación tiene como objetivo principal determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Este proyecto de investigación es de tipo aplicativo, puesto que tiene como propósito práctico inmediatos bien definidos y de diseño cuasiexperimental de un solo grupo. Se aplicó Lean Manufacturing y sus herramientas necesarias, las cuales sean más provechosas en cuanto al proceso productivo, las cuales fueron el VSM y Eventos Kaizen, Informes A3 y el trabajo estandarizado a través de manuales de procedimientos en los procesos de fabricación de ladrillos como son los de molienda y formado en la empresa Ladrillos Lark.

Los datos recolectados antes y después de la implementar el Lean Manufacturing, sirvieron para obtener los resultados de la investigación los cuales tuvieron una productividad de 52% antes de la mejora, la utilización de las herramientas ya mencionas, sirvieron para reducir los tiempos de paradas, lo cual aumento la productividad en un 18%, es decir, la productividad después de la mejora es de un 70%.

En conclusión, a través de la contratación de hipótesis y la comparación de medias de la productividad antes y después con Wilcoxon, se rechaza la hipótesis nula, por ende se afirma que el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra, 2019.

Palabras clave: Lean manufacturing, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

This thesis project, has as main problem the low productivity of line 3 in the company Ladrillos Lark, which is the ideal place for production stops in the key grinding and state processes. The main objective of this research is to determine how Lean Manufacturing increases the productivity of line 3 in the company Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

This research project is of an application type, since it has an immediate practical purpose, as well as the quasi-experimental design of a single group. Lean Manufacturing was applied and its tools are needed, which are produced beyond productive processes, responses, events, activities, events, communications and work. As are the mills and formed in the company Ladrillos Lark.

The data was collected before and after the implementation of Lean Manufacturing, served to obtain the results of the research which had a productivity of 52% before the improvement, the use of the tools and the labels, served to reduce the times of stops, what the productivity increase by 18%, that is, the productivity after improvement is 70%.

In conclusion, by contracting the hypotheses and comparing the means of communication of productivity before and after with Wilcoxon, the null hypothesis is rejected, and in the case that Lean Manufacturing increases the productivity of line 3 in the company Ladrillos Lark, Puente Piedra, 2019.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, efficiency, efficacy

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A **nivel mundial**, hoy en día las empresas encargadas de la fabricación de ladrillos de arcilla para la construcción de viviendas o edificios, se encuentra en una etapa de crecimiento en cuanto a fabricación, venta y distribución de sus productos, ya que se presenta un elevado índice de crecimiento en la construcción proyectado al 2020; muestra de ello es España donde se estima un crecimiento del 9 %, en Italia se estima un crecimiento del 7.2 % y el Reino Unido se estima un crecimiento del 5.2 %, es decir, la tasa de crecimiento en Europa es aproximadamente 7% (Ortega, Sarmiento y Villegas 2016).

Por otro lado, en América Latina este bum de la construcción ha significado una oportunidad de negocio para nuevos emprendedores, ya que la producción en las empresas manufactureras que realizan ladrillos para la construcción se ha visto aumentada llegando son cerca de 45 mil en toda América Latina (Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico 2017), sin embargo, la gran parte de empresas ladrilleras se encuentran en la informalidad. (EELA 2011); los países que lideran esta lista en cuanto a producción son México, Argentina y Brasil como se observa en la Figura 1.

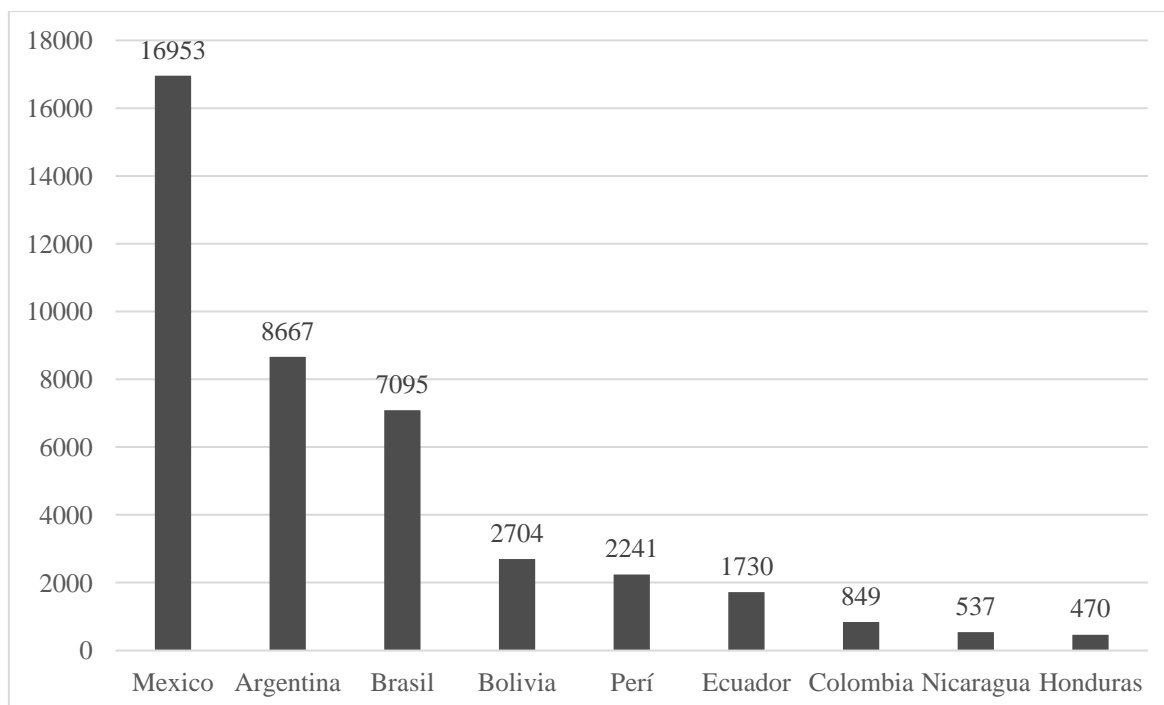


Figura N° 1. Productores ladrilleros en Latinoamérica, 2016.

Fuente: Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico

Toda empresa dedicada a la fabricación de ladrillos para la construcción constan necesariamente de 3 partes, las cuales son esenciales para un correcto proceso de fabricación, ya que son estos procesos donde se realizan las operaciones y/o actividades más relevantes y esenciales en el proceso de fabricación de un ladrillo y son comprendidas por; la molienda donde se reduce el tamaño de la materia prima y máquina de formado, el secadero y el horno de cocción. (Fernández 2017, p. 9). Dentro de este contexto, la molienda y máquina de formado en muchas de las empresas no están siendo operadas por personal calificado, generando que estos no cumpla con las tareas necesarias de manera idónea, ya que la carencia de procesos estandarizados de producción a través de procedimientos, falta de conocimiento en cuanto a tecnologías adecuadas y buenas prácticas de producción son los principales problemas que afectan directamente a la productividad de las empresas (Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico 2017, p. 17).

A **nivel nacional**, el crecimiento de la construcción se ha mantenido un aumento del 9.4 %, manteniéndose estable durante la turbulencia política que remeció al Perú, en el rubro de la construcción esta estabilidad ha sido resultado del crecimiento y desarrollo de programas del estado dirigidos a la clase media y la clase baja como “Mi Vivienda” y “Techo propio” (Ortega, Sarmiento y Villegas 2016). Sin embargo, actualmente el crecimiento en la construcción se encuentra estable con un crecimiento de 2 a 4 %. La industria ladrillera en Perú se encuentra limitada por diferentes factores (burocracia, tributación, infraestructura y competitividad), sin embargo, este sector genera 95 millones toneladas anuales, de las cuales el 35 % de empresas están formalmente constituidas y la contraparte se encuentra en la informalidad (ALACEP 2017). El problema encontrado dentro de estas empresas formales son falta estandarización de sus procesos o falta de procedimientos, normas de calidad y el orden dentro de las áreas de trabajo, generando pérdidas en su producción como defectos, tiempos muertos, cuellos de botella, etc., la falta de estos procedimientos que deberían de contener una cantidad establecida y ordenada de actividades y pasos que debe seguir un colaborador para que sus resultados sean siempre el mismo, son causante de su baja productividad y competitividad frente a las empresas informales.

Por otro lado, en la figura 2 se puede observar el comportamiento de la producción anual de ladrillos King Kong y Pandereta, los cuales son de uso común en construcciones en todo el territorio del Perú, rodeando una producción de casi 110000 toneladas anuales cada uno.

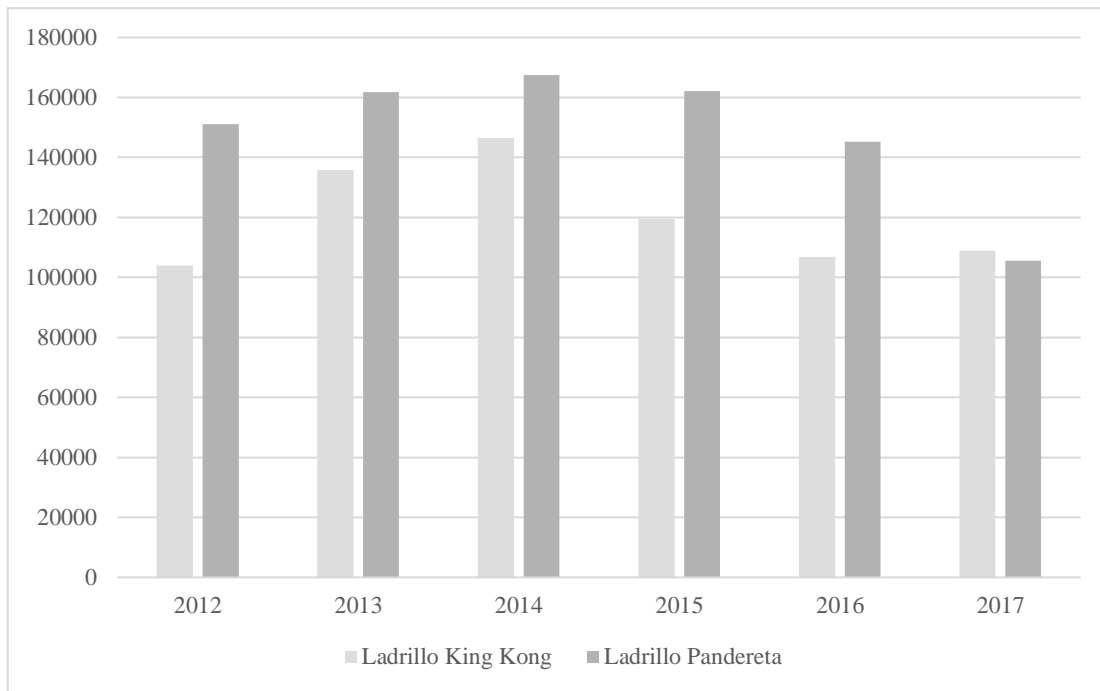


Figura N° 2. Producción de ladrillos, 2017.

Fuente: INEI

A **nivel local**, la empresa Ladrillos Lark del sector ladrillero será objeto de estudio, esta empresa dedicada a la elaboración de ladrillos de arcilla para la construcción de la marca “Lark” para todo el territorio peruano. Dentro de esta empresa se encuentran 3 líneas de producción las cuales dependen mucho del proceso de molienda y formado, ya que son clave para tener obtener un ladrillo de calidad al final de todo el proceso productivo. La línea de producción número 3 es la encargada de producir 8 tipos de ladrillos diferentes, de los cuales tiene a los 2 más importantes, más usados y más vendidos, los cuales son el ladrillo King Kong y el ladrillo Pandereta, los cuales son usados en la construcción de muros en diferentes edificaciones. Esta línea de producción será objeto de estudio, ya que ha presentado un total de 25 horas de paradas de las 208 horas que tiene un solo turno.

En el proceso de molienda se presenta la falta de formatos de procedimientos, esta falta de procedimientos hace que la producción de ladrillos no sea la ideal, ya que los operadores no controlan el porcentaje de granulometría que necesitan los ladrillos. Por otro lado, un 34 % de las paradas generadas en este proceso es por la falta de verificación existente de las zarandas de tamizado en la molienda genera un exceso o falta de granulometría. Otro de los temas importantes dentro del proceso de molienda es la falta de control y supervisión de los

martillos del molino, los cuales al sufrir desgastes por su uso tienden a romperse o desprenderse de su eje generando que el molino se detenga, en el mes de agosto el tiempo de paradas fue 3.8 horas lo cual significo un 15 % del total de paradas.

Esta falta de control se ve reflejado en el proceso de formado, la cual presenta un 13 % de paradas por corrección y cambio de moldes, es decir, 3.3 horas son perdidas por la falta de preparación que existe en los moldes, lo cual causa que los ladrillos no tengan las características necesarias para ser producidos. Por otro lado, la rotura de los alambres de 3.5. mm usados en las cortadoras de ladrillos son cambiados frecuentemente, ya que estos sufren roturas constantes por el alto índice de granulometría, dureza del material o por fallas en la cortadora, viéndose reflejado en un 14 % de las paradas totales en el mes de agosto durante un turno.

Asimismo, el personal que se presente en la línea presenta falta de capacitación en cuanto a lo fundamental que es tener, mantener y ordenar su puesto de trabajo, evidencia de esto es el desorden encontrado, lo cual dificulta la ubicación rápida de sus herramientas, las cuales son necesarias para realizar la limpieza el área de la prensa después de una parada, siendo este otro factor que afecta al tiempo en el cual la línea se encuentra detenida.

Tabla N° 1: Motivo de paradas en la línea 3 en el mes de agosto durante el turno diurno

MOTIVO DE PARADAS	N° de veces	Tiempo (horas)	% Horas
Cambio y corrección de moldes	10	3.3	13.61%
Rotura de alambres de corte	70	3.5	14.29%
Nivel inadecuado de granulometría	10	8.3	34.01%
Fallas en la cortadora	3	3.1	12.59%
Desgaste o rotura de los martillos del molino	15	3.8	15.31%
Verificación del producto en proceso	5	1.7	6.80%
Limpieza de coches	5	0.8	3.40%
TOTAL	118 paradas	25 horas de 208 horas	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 y Figura 3, se puede evidenciar que las paradas producidas en la línea 3 de la empresa, son causadas por la falta de estandarización y procedimientos de las actividades que debe realizar en proceso de molienda y formado de la línea 3, siendo el alto índice de granulometría afectando la productividad de la línea en un 43%. Esta problemática se refleja en la baja productividad en la empresa Ladrillos Lark y se resume en los siguientes problemas:

Tabla N° 2: Problemas de la línea 3 de Ladrillos Lark

Nro.	Problemas
P5	Falta de procedimientos de trabajo
P4	Rotura de cable de corte en la cortadora
P2	Desgaste de martillos del molino
P1	Nivel inadecuado de granulometría
P3	Desgaste de mallas de tamizado
P6	Desgaste de los moldes
P8	Desorden y falta de limpieza
P9	Verificación en masa
P11	Falta de comunicación
P7	Falta de capacidad de toma de decisiones
P10	Falta de compromiso
P13	Cambios de materia prima
P14	Presencia de polvo
P15	Uso de materiales peligrosos
P12	Mala calidad de materia prima

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4, se puede observar el proceso productivo de la línea 3 de la empresa Ladrillos Lark, los problemas que afectan a la productividad de esta línea son generados por los operadores de molienda, puesto que ellos son responsables de la evaluación y supervisión de las mallas usadas en las zarandas de tamizado, el desgaste de los martillos y el estado de las parrillas usadas en el molino secundario, aquellas que son responsables de regular la cantidad y tamaño de granos de arcilla necesarios que entran al proceso productivo, es decir, si durante la producción de los ladrillos estos 3 elementos no son cambiados o regulados generan que el índice de granulometría aumente o disminuya dependiendo del tipo de ladrillo y genere que el proceso de formado tenga paradas, por ejemplo, la presencia de un alto índice de

granulometría en la producción de ladrillos pandereta, no permite que las paredes de este ladrillo tengan una superficie uniforme y presenten rajaduras.

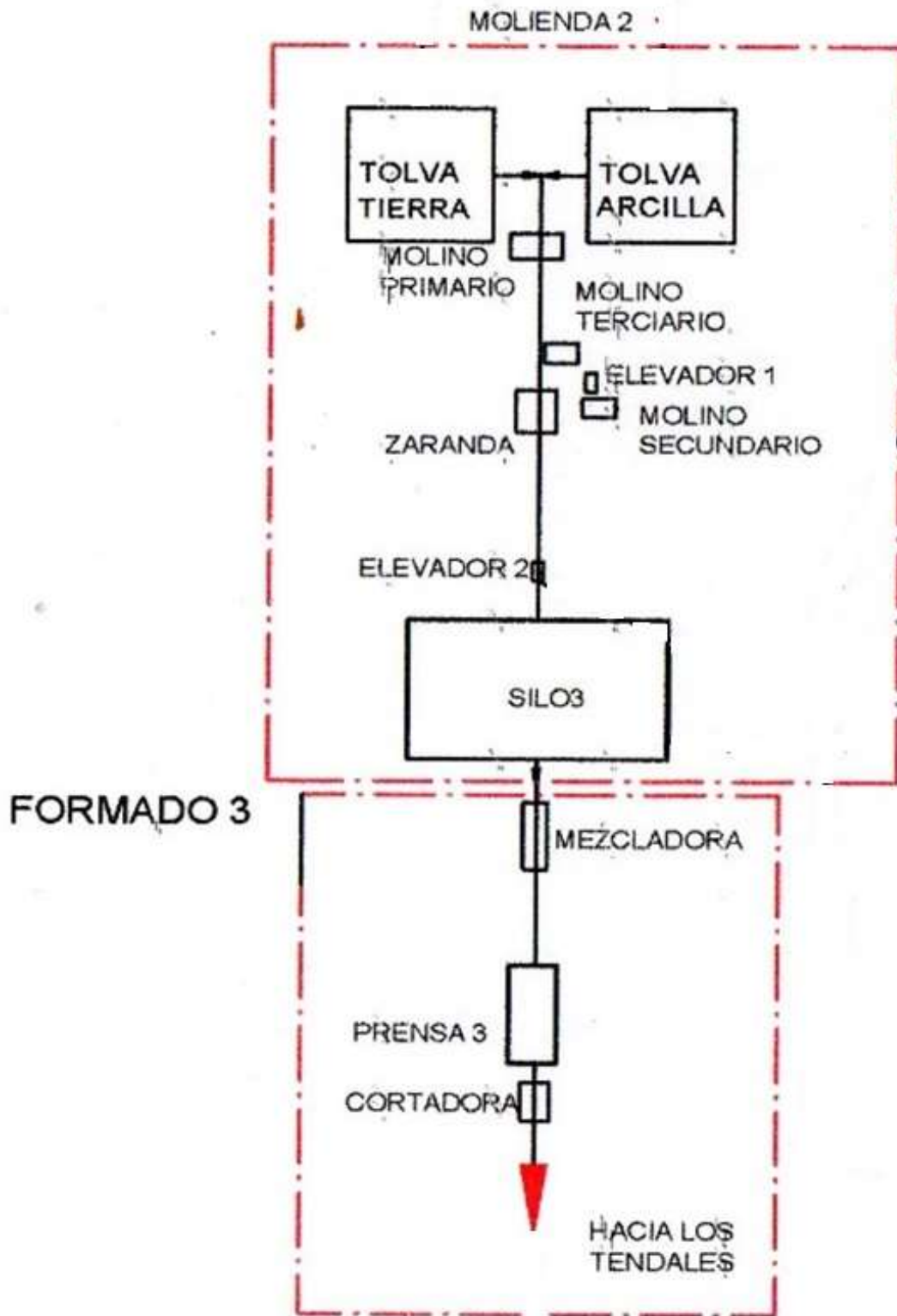


Figura N° 3. Diagrama de flujo de la línea 3
Fuente: Ladrillos Lark

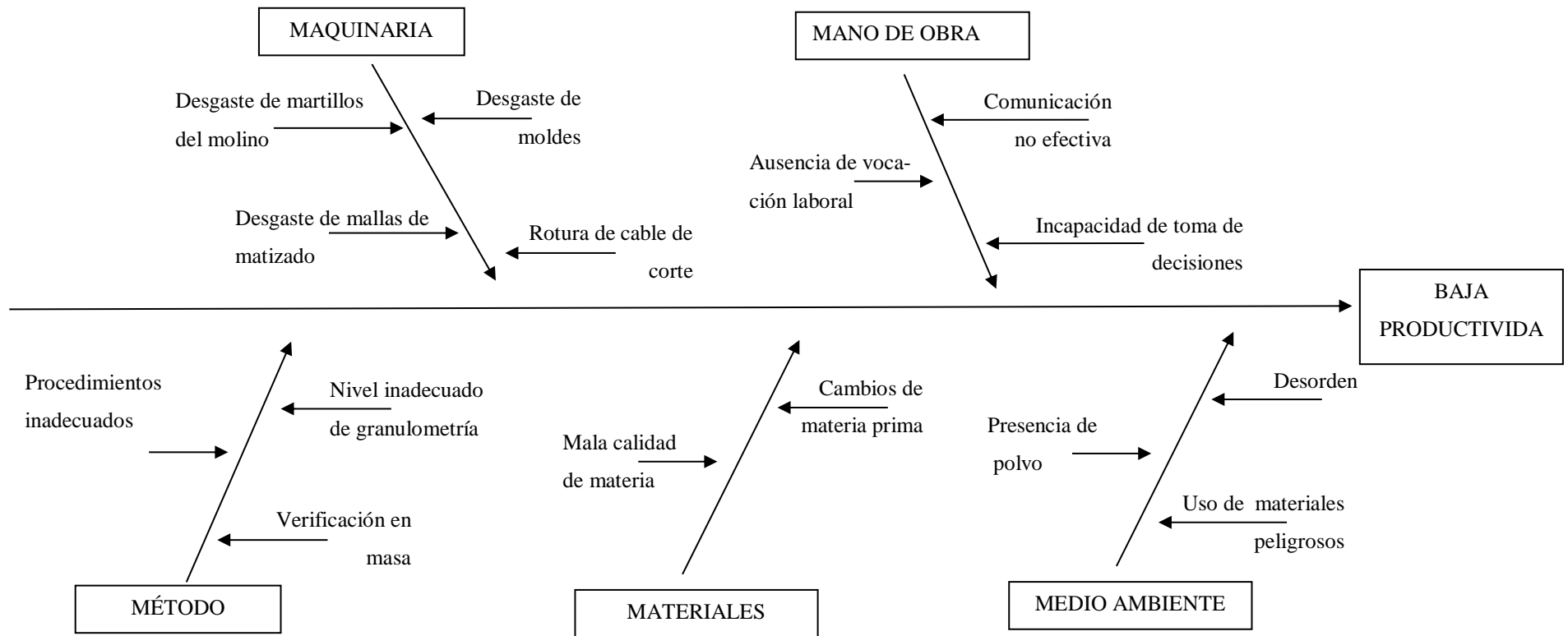


Figura N° 4: Diagrama de Ishikawa de la empresa Ladrillos Lark
 Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3: Matriz de correlación de problemas

Nro.	Problemas
P1	Nivel inadecuado de granulometría
P2	Desgaste de martillos del molino
P3	Desgaste de mallas de tamizado
P4	Rotura de cable de corte en la cortadora
P5	Falta de procedimientos de trabajo
P6	Desgaste de los moldes
P7	Falta de capacidad de toma de decisiones
P8	Desorden y falta de limpieza
P9	Verificación en masa
P10	Falta de compromiso
P11	Falta de comunicación
P12	Mala calidad de materia prima
P13	Cambios de materia prima
P14	Presencia de polvo
P15	Uso de materiales peligrosos

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Puntaje	%
P1		1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	9	10%
P2	1		1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	11	13%
P3	1	1		0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	9	10%
P4	1	1	1		1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	12	14%
P5	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13	15%
P6	0	0	0	0	0		1	1	0	0	1	0	0	0	1	4	5%
P7	0	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	0	3	3%
P8	0	0	0	1	0	0	1		0	0	0	1	0	0	1	4	5%
P9	0	0	0	1	0	0	1	0		0	0	1	0	0	1	4	5%
P10	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	1	0	0	1	3	3%
P11	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0		1	0	0	1	4	5%
P12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0	1	2	2%
P13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		0	1	3	3%
P14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0		1	3	3%
P15	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		3	3%
																87	100%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 3, podemos observar la matriz de correlación de problemas, la cual sirve de herramienta para la elaboración del diagrama de Pareto donde encontraremos los problemas más significativos para la empresa.

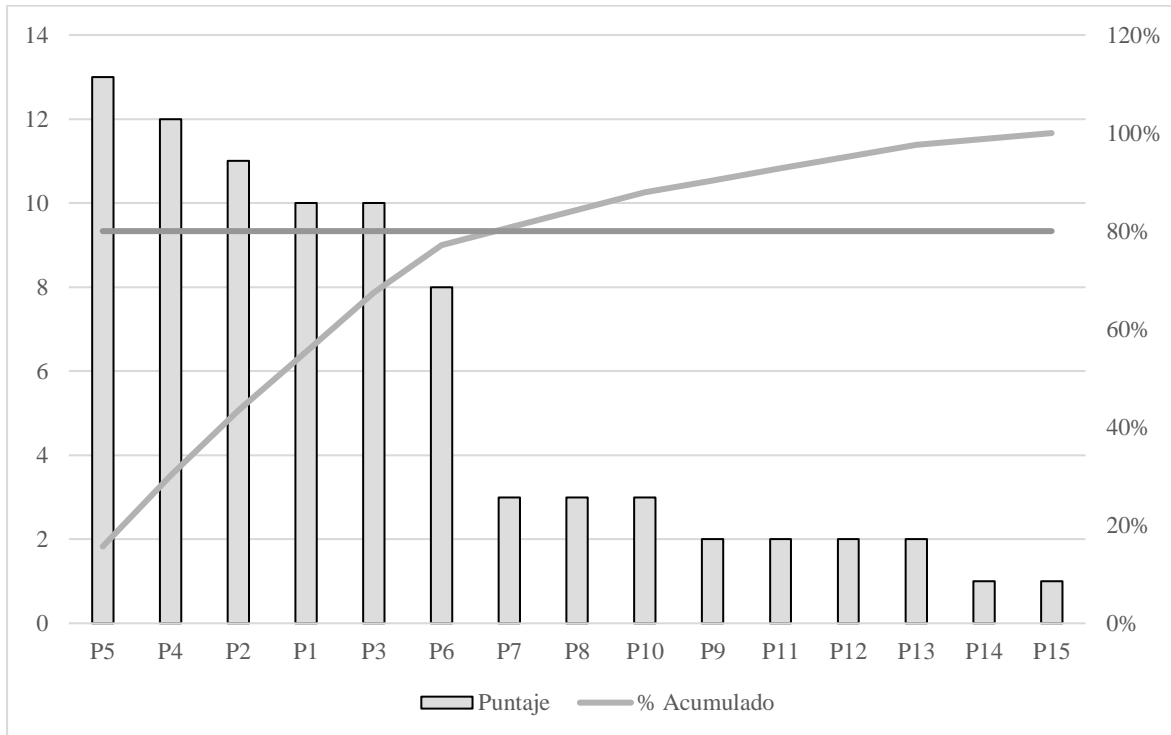


Figura N° 5: Diagrama de Pareto de la empresa Ladrillos Lark, 2018

Fuente: Elaboración propia

Los problemas más significativos dentro la línea de producción número 3 de la empresa Ladrillos Lark hallado atrás del diagrama de Pareto son la falta de procedimientos o estándares que deben de cumplir los operadores en el proceso de molienda y formado contribuye a la baja productividad de esta línea, por otro lado, se puede concluir que la presencia excesiva o la escases de granos en la materia prima generado por el desgaste de las mallas de tamizado, desgaste los martillos del molino o por el cambio incorrecto de mallas y la rotura de cable de corte en la cortadora en el área afecta directamente a la productividad de la línea 3.

Analizando nuevamente los problemas encontrados en la línea 3 a través de la estratificación de problemas, a fin de determinar dónde están los problemas, es decir en qué área o macro-proceso.

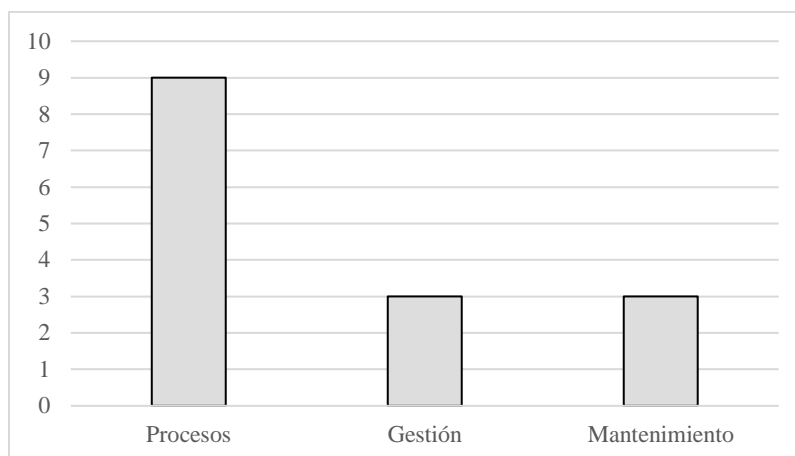


Figura N° 6: Estratificación de problemas por macroprocesos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4: Estratificación de problemas

Macroprocesos	Frecuencia
Procesos	9
Gestión	3
Mantenimiento	3

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede concluir que la gran parte de problemas encontrados en la línea 3 nacen en los procesos de molienda y formado, la carencia y la necesidad de la implementación de procedimientos y la capacitación de los trabajadores en cuanto a lo importante de realizar sus actividades de manera correcta y mantener sus áreas de trabajos limpias. Para ello se proponen las siguientes alternativas de solución:

Tabla N° 5: Alternativas de solución

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	MEDICIÓN	MANO DE OBRA	MATERIALES	MEDIO AMBIENTE	MAQUINARIA	MÉTODOS	NIVEL DE CRITICIDAD	TOTAL PROBLEMAS	TASA PORCENTUAL DE PROBLEMAS	IMPACTO	CALIFICACIÓN	PRIORIDAD	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
PROCESO	2	1	2	0	1	3	ALTO	9	60%	5	45	1	LEAN MANUFACTURING
SEGURIDAD	0	1	0	1	0	0	BAJO	2	13%	2	4	4	MATRIZ IPERC
CALIDAD	0	0	1	0	0	1	BAJO	2	13%	2	4	5	CICLO PHVA
MANTENIMIENTO	0	0	0	0	2	0	MEDIO	2	13%	3	6	3	PLAN DE MANTENIMIENTO
TOTAL DE PROBLEMAS	2	2	3	1	3	4		15	100%				

Fuente: Elaboración propia

Finalmente para poder solucionar todos los problemas encontrados en esta línea es ideal la implementación y uso de herramientas del Lean Manufacturing, la cual ayude a la reducción de tiempos de paradas, cuellos de botellas y otros problemas encontrados en la línea 3. Estas herramientas son básicos pero a la vez efectivas, siendo ideal para ser implementados los diferentes procesos encontrados en la línea 3, siendo las herramientas del Lean Manufacturing la mejor alternativa para ayudar a la reducción de desperdicios o mermas en la empresa, ya que el periodo de implementación de las herramientas del Lean Manufacturing es más rápido y sencillo que la implantación de un ciclo PHVA, permitiendo a la empresa poder resolver estos problemas de forma más rápida. Por otro lado, el estudio de trabajo también es una alternativa muy buena para alguna de las empresas que necesitan mejorar o reducir actividades en sus procesos, sin embargo este no es el caso de la empresa, ya que sus procesos dependen unos de otros y las actividades que se realizan son necesarias, por consiguiente la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing como las 5S, el trabajo estandarizado, los eventos Kaizen y las hojas A3 Report son la mejor opción para mejorar el proceso productivo y aumentar la productividad en la línea 3 de la empresa Ladrillos Lark.

1.2. Trabajos Previos

Internacionales

Patiño, Daniel (2017), en su tesis “Aplicación de metodología Lean Manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz”, de la Universidad Nacional Autónoma de México. El objetivo del autor fue asegurar que el material de una armadora no se envíe mezclado con el similar de otra armadora y hacer más eficiente la línea reduciendo espacio y distancias, así como incrementando rate y 5s e implementar flujo continuo, por ello propuso aplicar la metodología Lean a través de un evento Kaizen en el área de producción. Lo aplicó en 3 pasos, el primer paso fue definir los equipos de trabajo, el segundo paso fue capacitar a los involucrados sobre herramientas Lean, la implementación y la evaluación. El autor obtuvo un 31% en ahorro de espacio, redujo la distancia de actividades entre un 30 % y 57 %, incrementando su producción de 200 a 212. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño experimental.

Sarmiento, Carlos (2018), en su tesis “Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa Mundiplast mediante un sistema de producción esbelto Lean Manufacturing”, de la Escuela Politécnica Nacional, Colombia. El objetivo del autor fue efectuar una toma de datos de los procesos productivos para un análisis y diagnóstico inicial y Evaluar la mejora la productividad del área de producción en la empresa Mundiplast mediante la aplicación de un Sistema de Producción Esbelto, por ellos decidió la aplicar herramientas Lean Manufacturing en el área de producción de la empresa Mundiplast. Llegó a las siguientes conclusiones. Con la aplicación de las 5S recupero estación destinados a elementos innecesarios, mejoro las apariencias de las áreas de trabajo y obtuvo un aumento del 57% en cumplimiento de sus pedidos. Por otro lado, redujo los tiempos de desmontaje en 40% y 14% en inyectoras y sopladoras correspondientemente y redujo un 20% y 23% en montaje de las mismas. Redujo los costos de fabricación, ya que el uso adecuado de la materia prima genero menos paradas de producción, evitando tiempos muertos. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño experimental

Beltrán, Carlos y Soto, David (2017), en su tesis “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.”, de la Universidad de Salle, Colombia. El objetivo del autor fue aplicar herramientas Lean Manufacturing que permitan mejorar los procesos y actividades relacionadas al área de recepción y despacho de la empresa HLF Romero. Lo aplicó en 3 etapas, fase diagnóstico y análisis, fase de formulación y aplicación de la metodología lean y la fase de evaluación de comportamiento y mejoras de dicha implantación. Llegó a las siguientes conclusiones: La aplicación del SMED y 5S disminuyo en un 7% las distancias de recorrido y en 20% los tiempos de espera de las operaciones en el área de recepción. Del mismo modo se redujo en un 37% los movimientos innecesarios y en 23% los tiempos de espera en el área de despacho. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño experimental.

Curillo, Miriam (2014), en su tesis “Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA”, de la Universidad Politécnica Salesiana , Ecuador. El objetivo del autor fue elaborar un plan de mejoramiento de la productividad de la empresa y realizar un estudio económico del impacto de la propuesta de

mejoramiento en el área de producción de la empresa FACOPA. Lo aplicó en 4 etapas, planteamiento del problema de la empresa, diagnóstico de los procesos, plan de mejora de la productividad y el análisis técnico económico. Llegó a la conclusión de que es necesario implementar un sistema de comunicación entre los empleadores y los colaboradores de la empresa, a través de reuniones, grupos de trabajo o grupos de calidad. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cualitativo, de alcance descriptivo y con un diseño no experimental.

Peláez, María (2009), en su tesis “Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera en la empresa MADERCO”, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. El objetivo del autor fue desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera con el fin de determinar planes de acción que ayuden a identificar los principales problemas del área y darle solución, por ello propuso aplicar las herramientas y técnicas lean en el área de producción. Lo aplicó en 3 etapas, identificación y descripción de los problemas en el proceso, implementación de las mejoras en el proceso y la evaluación de los resultados. Llegó a las siguientes conclusiones que la herramienta ideal para incrementar la productividad en la empresa son las 5S, siendo prioridad la resolución de problemas como son el caso espacios reducidos, falta de orden y la asignación de espacio físico para productos terminados. Por otro lado, el establecimiento de actividades de limpieza al final de los turnos de trabajo para crear compromiso en los operadores de las diferentes áreas. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cualitativo, de alcance descriptivo y con un diseño no experimental.

Nacionales

Huamán, Rubén (2017), en su tesis “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa RESEMIN S.A., de la Universidad César Vallejo, Perú. El objetivo principal del autor fue implementar las herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A., por ellos decidió aplicar herramientas como el VSM, Reuniones Kaizen y Poka Yoke. Después de la implementación de las herramientas lean el autor obtuvo un aumento del 30 % en la productividad, obtuvo aumento de 20% en cuanto a su eficiencia y un aumento del 17% en su eficacia. La

investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño cuasi-experimental.

Orozco, Eduard (2016), en su tesis “Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport”, de la Universidad Señor de Sipán, Perú. El objetivo del autor fue diseñar un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones deportivas Todo Sport, en el proceso de elaboración de casacas, pantalones y polos en dicha empresa. Por ello el autor decidió aplicar el estudio de tiempos y herramientas de manufactura esbelta como VSM y 5S. Llegó a las siguientes conclusiones que después de la aplicación de estas herramientas se obtuvo un aumento del 6% en la productividad de los trabajadores y un 15% en la productividad global de la empresa. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño no experimental.

Palomino, Miguel (2012), en su tesis “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes”, de la Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo del autor fue mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Por ello propuso aplicar herramientas lean como SMED, 5S y JIT. Lo aplicó en 3 etapas, desarrollo del análisis, el diagnóstico y las propuestas de mejora. Llegó a las siguientes conclusiones: La aplicación de las herramientas SMED, 5S y JIT redujo en un 70% los tiempos en el proceso de lavado de la línea, aumentando los índices de producción y disminuyendo los tiempos de despacho de pedidos. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño cuasi experimental.

Huamani, Humberto (2017), en su tesis “Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de cocción en la empresa Ladrillera Huamani, Carabaylo, 2017”, de la Universidad César Vallejo, Perú. El objetivo del autor fue evidenciar de qué manera la aplicación de ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de cocción, en la Ladrillera Huamani, Llegó a las siguientes conclusiones: La productividad en el área de cocción obtuvo un aumento del 19%, por otro lado, los cuellos de botella se redujeron un 19%, generando un aumento del 16% en la eficiencia del área de cocción y obtuvo un aumento de 8% en la eficacia de la empresa. La investigación del autor fue una investigación

del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y explicativa, con un diseño cuasi experimental.

Díaz, César (2017), en su tesis “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017”, de la Universidad César Vallejo, Perú. El objetivo del autor fue determinar que con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de los equipos de la planta N°1 de la empresa Corporación Rex S.A. Así como, determinar que con la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia y la eficacia. El autor concluyo su investigación con un aumento de 21% en la productividad de los equipos, un aumento del 10% en la eficiencia y un 11% en la eficacia de los equipos de la planta N° 1 de la empresa Corporación Rex S.A. La investigación del autor fue una investigación del tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativa y con un diseño cuasi experimental.

1.3. Teorías relacionadas

1.3.1. Productividad

La productividad es un indicador el cual mide qué tan eficiente ha sido la utilización de los recursos, de nuestro trabajo y nuestro capital para producir un bien o servicio. Un alto índice de productividad significa que se ha logrado producir mucho valor económico con poco capital humano, monetario y otro. Para obtener un aumento en productividad de una empresa o institución, significa que se debe de producir más con lo mismo recursos que se tienen, es decir, el incremento de la productividad de una empresa se explica como la utilización de los mismos recursos para producir más productos o servicios. (Galindo y Ríos 2015)

Un alto índice de productividades resultado de la optimización de las actividades del proceso productivo, la mejora del proceso productivo significa una relación de carácter positivo entre la cantidad de insumos utilizados y la cantidad de productos o servicios producidos por una empresa. Por ende, la productividad es un indicador relacionado directa y proporcionalmente lo producido o salidas del sistema y los materiales empleados en su elaboración (Carro y González 2014).Es decir:

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Formula N°1: Productividad

Fuente: Carro y Gonzáles, 2014

1.3.1.1. Factores de la productividad

Los factores principales del sistema producción. Los cuales se dividen en 2 partes: los factores externos que no son controlados por la empresa y los factores internos que si son controlados por la empresa (Prokopenko 1989).

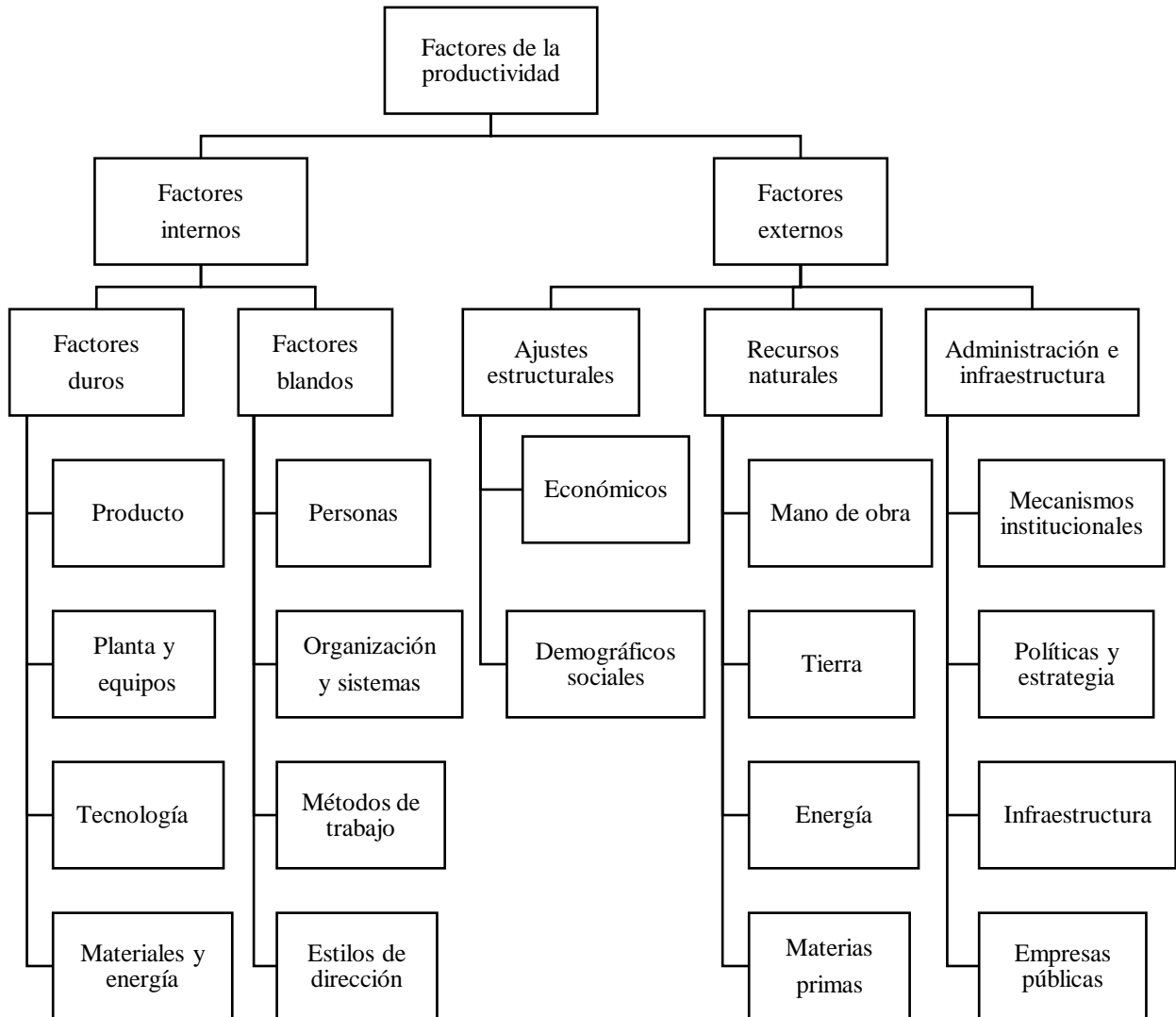


Figura N° 7: Factores de la productividad

Fuente: S.K. Mukherjee y D. Singh, 1975

1.3.1.1.1. Factores internos de la productividad

Los factores internos son controlados o influenciados por la empresa y son clasificados en 2 grandes grupos: los factores duros no pueden ser afectados, influenciados o fáciles de cambiar por la empresa y los factores blandos que si son fáciles de cambiar por la empresa. (Prokopenko 1989)

- Factores duros

Producto

El factor producto es el resultado de la relación existente entre el producto final y los estándares de producción mínimas que debe de cumplir. Siendo el “valor de uso” determinado por la cantidad de dinero que los clientes están dispuestos a pagar; sin embargo, este valor de uso puede aumentar mejorando las especificaciones del producto (Prokopenko 1989).

Planta y equipos

El factor planta y equipo está relacionado directamente con el rendimiento de los equipos o máquinas que se utilizan en la empresa, este factor puede ser mejorado con una buena gestión en el departamento de mantenimiento el cual se encuentre constantemente supervisando y realizando un seguimiento durante su funcionamiento (Prokopenko 1989).

Tecnología

El factor tecnología dentro de la empresa se ha vuelto muy importante durante los últimos años, ya que la automatización de los procesos productivos genera un aumento en la productividad, reduciendo mano de obra, paradas, cuellos de botella, ya que genera un proceso más fluido (Prokopenko 1989).

Materiales y energía

Este factor es uno de los importantes, ya que los materiales y energía empleados en producir un bien o servicio deben ser de usados de la manera más eficiente, ya que si son usados de la mejor manera generaran notables resultados en la productividad de la empresa. Sin embargo, este factor depende la calidad de los materiales a utilizar, el control y seguimiento que debe de haber en cada proceso evitando la generación de desechos (Prokopenko 1989).

- Factores blandos

Personas

Este factor depende directamente de la dedicación, eficacia y capacitación que tengan los colaboradores involucrados en el proceso productivo, ya que estos están relacionados con la productividad de la empresa, es decir, si los colaboradores son capacitados en como desempeñar correctamente sus actividades en su puesto de trabajo generaran una mejora en la productividad de la empresa (Prokopenko 1989).

Organización y sistemas

La organización dentro la empresa debe de realizarse de la mejor manera, ya que el dinamismo, flexibilidad y diseño de los grupos de trabajos deben de estar orientados a alcanzar objetivos y poder maximizar la productividad (Prokopenko 1989).

Métodos de trabajo

Los métodos de trabajo y técnicas utilizadas durante la producción de un bien o servicio, ya que estos métodos de trabajo deben de ser registrados un manual de procedimientos que deben de cumplir los colaboradores para poder obtener los mismos siempre los mismos resultados, donde deben de registrarse los movimientos necesarios, instrumentos empleados, materiales necesarios, máquinas, etc. (Prokopenko 1989).

Estilos de dirección

La gestión realizada por la alta dirección dentro de una empresa está relacionada directamente con la productividad de una empresa, el aumento de la productividad de una empresa está relacionada en un 75 % con la dirección, ya que es responsable del correcto uso de los recursos de la empresa (Prokopenko 1989).

1.3.1.1.2. Factores externos de la productividad

Los factores externos no pueden de ser controlados, cambiados o influenciados por la empresa, ya que son establecidos por entidades muchas veces gubernamentales, dentro de los

cuales los más importantes son: los ajustes estructurales, recursos naturales y la administración pública e infraestructura(Prokopenko 1989).

- **Ajustes estructurales**

Los ajustes estructurales o cambios estructurales como factor que afecta a la productividad de una empresa, están comprendido por políticas nacionales, instituciones reguladores, desarrollo económico y otras. La relación con estas instituciones, políticas o desarrollo económico es proporcional, ya que un cambio en estas influye en la productividad de una empresa y un aumento en la productividad también genera cambios estructurales; los cambios más estructurales más relevantes son los económicos, demográficos y sociales. (Prokopenko 1989).

- **Recursos naturales**

Este es un factor muy importante, ya que está comprendido por la mano de obra, materias primas, energías utilizadas en el proceso productivo, etc. La capacidad de un país de generar, distribuir o concesionar sus recursos son esenciales para mejorar sus productividad, sin embargo, la realidad dentro de la gran cantidad de países en latino américs es diferente, ya que las instituciones nacionales no llevan un control en cuanto a explotación de estos recursos (Prokopenko 1989).

- **Administración pública e infraestructura**

Los reglamentos como el control de precios, control de remuneraciones para los colaboradores, los tipos de intereses, los diferentes pagos aduaneros por importar o exportar y los impuestos estatales afectan directamente a las empresas, ya que las empresas deben ajustarse a estos (Prokopenko 1989).

1.3.1.2. Indicadores de la productividad

Los indicadores de la productividad son necesarios para las empresas e instituciones, ya que juegan un papel importante en el seguimiento y control de resultados de una empresa, es decir, para que una empresa pueda mejorar, necesita saber cómo va desarrollándose y ejecutar planes de mejora (Sanchez 2006).

La productividad es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia (Carro y González 2014).

- **Eficacia**

La eficacia es el resultado generado por la capacidad de utilización de mano de obra, maquinaria que se puede expresar en cantidades producidas o etc. Para obtener un alto índice de eficiencia es necesario un correcto uso de los recursos, buscando el mínimo porcentaje de desperdicios en el proceso productivo y generar un mayor beneficio para la empresa. (Carro y González 2014).

$$Eficacia = \frac{Recursos\ utilizados}{Recursos\ disponibles}$$

Formula N°2: Eficiencia

Fuente: Carro y Gonzáles 2014

- **Eficiencia**

La eficiencia es la relación existente entre los resultados obtenido y el cumplimiento de las metas previamente establecidas, es decir, es el potencial de lograr el efecto o resultado que se desea; siendo la relación resultados/ metas (Lam y Hernández 2016).

$$Eficiencia = \frac{Resultados}{Metas}$$

Formula N°3: Eficiencia

Fuente: Lam y Hernández 2016

Diferencias entre eficiencia y eficacia

Para muchos autores ser eficiente, un proyecto o iniciativa tiene que ser eficaz, es decir, la eficacia es necesarias pero no suficiente para lograr de eficiencia de un proyecto, empresa, etc. Para que una empresa pueda lograr la eficiencia necesita cumplir con sus objetivos establecidos (Mokate 2001).

Es decir, la eficacia esta enfoca en el logro de las metas mientras que la eficiencia está enfocada en los medios utilizados para lograr estas metas. Por ejemplo: Se dice ser eficaz cuando

se logra las metas de producción y se es eficiente cuando se logra esta meta con la menor cantidad de recursos utilizados.

Tabla N° 6: Diferencia entre eficiencia y eficacia

Eficiencia	Eficacia
Enfoque en los medios	Enfoque en los resultados
Realizar las cosas correctamente	Realizar las cosas correctas
Resolver problemas	Lograr objetivos
Ahorrar gastos	Crear más valor
Cumplir tareas	Obtener resultados
Reactivo (del pasado al presente)	Proactivo (del futuro al presente)

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing es una filosofía o pensamiento que contiene un grupo grande de herramientas para la erradicación y/o disminución de los desperdicios del proceso productivo como la reducción de tiempos muertos, mejorando la calidad y disminución de costos (Lean Solutions 2017).

Lean Manufacturing está basado principalmente en la identificación de las actividades que generan un valor agregado al producto final y aquellas actividades que no generan o agregan valor a el producto o servicio realizado por una empresa y que el cliente no esté dispuesto a pagar, buscando la eliminación de estos últimos (Munteanu y Ștefăniță 2018).

Lean Manufacturing se puede definir como un conjunto de principios, que definen el valor del producto / servicio según lo percibido por el cliente, evaluando las actividades y flujo de la producción, buscando la mejora continua y la eliminación del desperdicio; clasificando las actividades de valor agregado (VA) y la actividad sin valor agregado (NVA) (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014).

Lean Manufacturing o también conocido como un proceso esbelto, está basado en una producción limpia, es decir, eliminar los tiempos de paradas, eliminar los desperdicios y el correcto uso de los recursos; buscando eliminar los procesos “obesos”, en los cuales no fluye el trabajo, se generan atascos, tiempos de espera; eliminando numerosas actividades que se hacen por rutina y tradición, pero que no agregan valor al producto. Tiene como objetivo de

reducir los desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas (Padilla 2010).

- **Orígenes del Lean Manufacturing**

El enfoque “lean” se ha aplicado con mayor frecuencia en la fabricación discreta que en el sector de procesos continuos, principalmente debido a varias barreras percibidas en este último entorno que han hecho que los gerentes se muestren reacios a asumir el compromiso requerido. Describimos un caso en el que los principios lean se adaptaron al sector de procesos para su aplicación en una gran fábrica de acero integrada. El mapeo de la cadena de valor fue la herramienta principal que se usó para identificar las oportunidades para varias técnicas lean. También describimos un modelo de simulación que se desarrolló para contrastar los escenarios "antes" y "después" en detalle, a fin de ilustrar a los gerentes los beneficios potenciales, como la reducción del tiempo de producción y el menor inventario de trabajo en proceso (Abdulmalek y Rajgopal 2007).

Los conceptos Lean se desarrollan principalmente en las empresas en japonesas, especialmente en Toyota. Lean Manufacturing es considerado una técnica de reducción de desperdicio, como lo sugieren muchos autores, pero en la práctica, la manufactura esbelta maximiza el valor del producto a través de la minimización de los residuos y la agregación de valor. Siendo los principales desperdicios o actividades NVA (*not value add*) son transporte, el exceso de productos en inventario, exceso de movimiento, tiempos de espera, sobreproducción, sobre procesamiento y defectos. Las actividades NVA son consideradas perdidas y son un obstáculo vital para las actividades del VA. La eliminación de estos “desperdicios” se logra a través de la implementación exitosa de elementos lean. (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014).

Lean Manufacturing es la principal representante de las nuevas y futuras escuelas de pensamiento esbelto en cuanto a fabricación y manufactura, ya que la fabricación esbelta empezó como producción artesanal, donde una sola persona hizo un solo producto completo y con el paso de los años gracias a la tecnología este pensamiento fue trasladado a una producción industrial y la fabricación en masa (Weigel 2000).

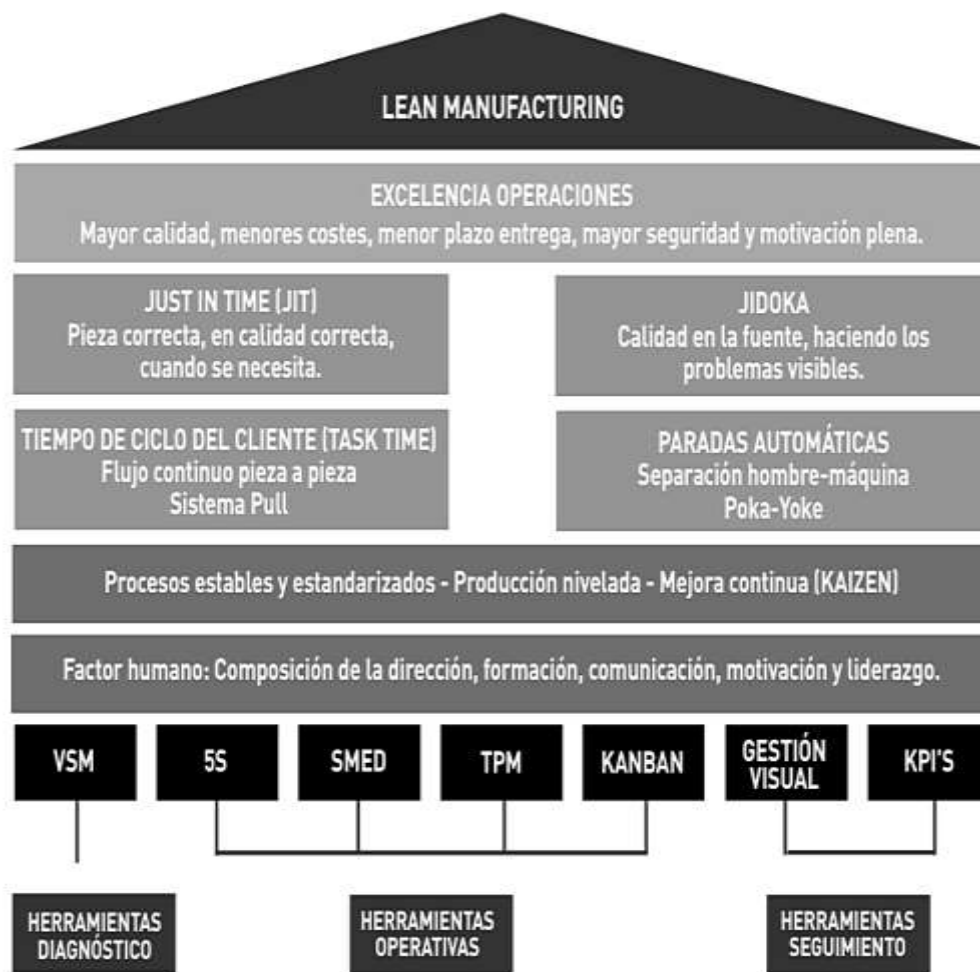


Figura N° 8: Adaptación de la casa Toyota

Fuente: Hernández y Vizán, 2013

- Los 7 desperdicios del Lean Manufacturing

Según Gutiérrez (2010), los desperdicios son cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera un desperdicio o muda. Según Chastain (2014), estos desperdicios se pueden clasificar en 7:

- 1- **Sobreproducción.**- Esto significa que la empresa produce mucho más de lo que necesita o muy anticipadamente.
- 2- **Tiempos de paradas.**- Son los tiempos muertos generados por máquinas o personas, siendo considerando ese tiempo como una NVA.
- 3- **Transportación.**- Es considerado el movimiento innecesario de materiales o producto.

- 4- **Sobre-procesamiento.-** Son las actividades o requisitos requeridos por los clientes, los cuales no agregan valor.
- 5- **Inventarios.-** Son los productos sobrantes que son almacenados después de atender el pedido de un cliente.
- 6- **Movimientos.-** Son los movimientos inútiles realizados por el personal.
- 7- **Retrabajo.-** O también llamado reproceso, son la repetición o rectificación de un producto que tiene que volver a pasar por todo el proceso.



Figura N° 9: Los 7 desperdicios del lean

Fuente: Lean Manufacturing Tools

1.3.2.1. Técnicas y herramientas del Lean Manufacturing

La metodología Lean Manufacturing contempla una gran cartera de herramientas para la mejora de procesos, que buscan la mejora continua y la eliminación de desperdicios. Las cuales pertenecen a áreas como Calidad Total, JIT o técnicas organizativas. Los expertos afirman que lo más importante para implementar alguna de estas técnicas es necesarios tener

los conceptos claro y el apoyo del personal, alta dirección para mejorar el proceso (Hernández y Vizán 2013).



Figura N° 10: Técnicas y Herramientas del Lean Manufacturing

Fuente: Jeffrey Liker, 2014

1.3.2.1.1. Kaizen

El Kaizen como técnica lean para la mejora continua, puede abarcar cualquier actividad de la empresa, ya que es una filosofía con una estrategia basada en el mejoramiento de los procesos, siendo considerada la llave del éxito de muchas empresas. Las mejoras producidas por la implementación del Kaizen pueden de carácter económico, tiempos de entregas, seguridad industrial, capacitación de los colaboradores, etc. (Bonilla et al. 2012).



Figura N° 11: Kai (cambio) + Zen (bueno) = Mejoramiento

Fuente: Jeffrey Liker, 2014

El Kaizen es una filosofía de mejora continua que describió simplemente como "Iniciativas de mejora que aumentan los éxitos y reducen las fallas". La Mejora continua es el elemento impulsado por la administración que persigue el cambio cultural en el lugar de trabajo. Una vez que se establece la estabilidad del proceso, se requieren herramientas de elementos del Kaizen para determinar la causa raíz de las ineficiencias y aplicar contramedidas efectivas para reducir esas ineficiencias. Establecer y diseñar un proceso con cero desperdicios, como el tiempo de inactividad, el tiempo de espera, el inventario y el problema de recursos. Para eliminar este desperdicio, la gerencia necesita desarrollar el personal estable con base de conocimiento de la organización. (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014).

El Kaizen es el cambio constante que busca el perfeccionamiento de los productos o servicios, estos cambios están a cargo de todos los colaboradores que participan en el productivo de la empresa, sin embargo, los operarios juegan un papel mucho más importante, ya que ellos tienen una relación directa con el producto final. Por otro lado, la implementación de esta herramienta de mejora no requiere de grandes inversiones, pero si abarca al producto y todo el proceso que ha recorrido antes de ser un producto terminado, promoviendo la participación de los operarios buscando motivarlos en trabajar en equipos para lograr las metas establecidas (Bonilla et al. 2012).

El éxito de la mejora continua depende de la percepción, adaptación, trabajo en equipo, compromiso del líder, motivación, iniciativa y capacitación de los empleados. El mecanismo de mejora continua incluye problemas de capacitación, resolución de problemas de procesos, capacitación de herramientas y técnicas como los eventos Kaizen, A3 Report, ya que estos apoyan al desarrollo de la gestión de ideas y desarrollo del sistema de recompensa y reconocimiento (Masaaki 1992).

- **Eventos Kaizen**

Las estrategias para transformar las empresas más competitivas directamente para mejorar el mercado regional, la reducción de costos de producción y la mejora de la calidad. Es evidente la necesidad de estudiar formas efectivas para lograr estos objetivos como reducir los costos de producción y mejorar los niveles de calidad basados en la implementación de conceptos lean a través de una técnica de eventos Kaizen. Los eventos Kaizen pueden ayudar o no dependiendo de cómo se implemente. Al principio, la técnica realmente estimula a las

personas a participar y participar, pero pronto los eventos no dan los resultados esperados y la participación de las personas disminuye. Los eventos se realizan en áreas que no son relevantes y los eventos no se mantienen debido a la falta de un proceso de monitoreo (Reali 2006).

- ***A3 Report***

Según Ehrenfeld (2016), los informes A3 son una forma de estructurar y compartir el conocimiento que permite a los equipos y sus miembros practicar el pensamiento científico como una forma de descubrir y aprender juntos. La herramienta promete beneficios inmediatos al ayudar a las personas a estructurar y diseñar enfoques más efectivos para los problemas (encontrándolos de manera que se puedan resolver, tomando un enfoque basado en datos, utilizando el análisis de causa raíz para encontrar el punto de origen de los problemas (brechas), fomentando el cuidado análisis de problemas sobre "soluciones" abstractas rápidas, y así sucesivamente).

Según Shook (2009), el llamado formato o reporte A3 (llamada así por el tamaño del papel internacional en el que se ajusta) como una táctica clave para compartir un método más profundo de pensamiento que se encuentra en el corazón del éxito sostenido de Toyota. Los A3 son engañosamente simples. Un A3 está compuesto por una secuencia de cajas (siete en el ejemplo) dispuestas en una plantilla. Dentro de las casillas, el "autor" de la A3 intenta, en el siguiente orden:

- 1- Establecer el contexto y la importancia del problema
- 2- Describir las condiciones en las cuales se genera del problema
- 3- Identificar las metas u objetivos que se desean alcanzar
- 4- Analizar la situación para establecer la causalidad
- 5- Proponer sistemas de prevención para evitar errores y/o problemas
- 6- Establecer un plan de acción
- 7- Trazar el proceso de seguimiento.

INFORME A3		THiNK <small>thinkproductivity.com</small>
1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	5 PROPUESTAS DE MEJORA	
2 SITUACIÓN ACTUAL	6 PLAN DE ACCIÓN	
3 ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ	7 SEGUIMIENTO Y RESULTADOS	
4 OBJETIVOS		

Figura N° 12: Ejemplo de A3 Report

Fuente: Think Productivity

1.3.2.1.2. Trabajo estandarizado

El Trabajo estándar se refiere al método más seguro y efectivo para llevar a cabo un trabajo en el menor tiempo repetible, como resultado, la utilización de recursos tales como personas, máquinas y materiales es efectiva. La estandarización del trabajo puede describirse como un conjunto de herramientas de análisis que dan como resultado un conjunto de procedimientos operativos estándar (*Standard Operating Procedures - SOP*). Los SOP contienen el proceso de trabajo del operador, los pasos del proceso, las secuencias de trabajo, el tiempo del ciclo,

el trabajo en proceso, el control del proceso, etc. Los SOP representan la mejor forma de pensar sobre cómo realizar un trabajo particular dentro del tiempo objetivo. Una vez que se establece el trabajo estandarizado, es posible controlar y mejorar el diseño del trabajo con respecto a la demanda con ralentizaciones o aceleraciones en el trabajo. (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014)

El trabajo estandarizado ayuda a reorganizar el trabajo con respecto a la fluctuación del *takt time* (tiempo medio); visualizando la combinación del tiempo de trabajo manual, el tiempo de caminata y el tiempo de procesamiento de la máquina para cada operación en una secuencia de producción. Con ayuda de una tabla de estandarización de trabajo para poder identificar los residuos, los trabajos en proceso, espera y las sobrecargas de trabajo.

- **Value Stream Mapping**

El enfoque 'Lean' se ha aplicado con más frecuencia en muchas plantas de gestión de fabricación durante estas pocas décadas. Comenzó con la industria automotriz, se implementaron iniciativas de mejora secuencial para mejorar los cambios en las prácticas de fabricación. El Value Stream Mapping (VSM) es una de las herramientas clave utilizadas para identificar las oportunidades para varias técnicas lean. Los beneficios potenciales, como la reducción en el tiempo de entrega de la producción y el menor inventario del trabajo en proceso. Como VSM implica en todos los pasos del proceso, se analizan tanto el valor agregado como el no agregado, y se utiliza VSM como una herramienta visual para ayudar a ver los residuos ocultos y fuentes de residuos. Se dibuja un mapa del estado actual para documentar cómo funcionaban realmente las cosas en el piso de producción. Luego, se desarrolla un mapa del estado futuro, para diseñar un flujo de proceso magro a través de la eliminación de las causas raíz de los residuos y de las mejoras del proceso (Rahani y Al-Ashraf 2012).

- **Tack Time**

El Tack Time o también conocido como tiempo medio se refiere a la frecuencia de una parte o componente que debe producirse para satisfacer la demanda de los clientes. Este tiempo depende de la demanda de producción que puede ser diaria, mensual o anual, dependiendo del caso, si la demanda aumenta, el Tack Time disminuye, si la demanda disminuye, el Tack

Time aumenta, lo que significa que el intervalo de salida aumenta o disminuye (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014)

Es decir, se sugiere que la importancia de medir el Tack Time debido a los costos y los factores de ineficiencia para producir antes de la demanda, que incluye el almacenamiento y la recuperación de productos terminados, la compra prematura de materias primas, el gasto prematuro en salarios, el costo de las oportunidades perdidas para producir otros productos, costos de capital por exceso de capacidad y se puede plasmar de la siguiente manera:

$$Tack\ Time = \frac{Tiempo\ disponible}{Demanda}$$

Formula N°4: Tack Time

Fuente: Sundar, Balaji y Satheeshkumar 2014

1.3.2.2. Métodos de implementación de las herramientas

Para Bonilla (2012), el método ideal para la implementación de la mejora continua debe estar basado en 7 pasos:

- 1- Seleccionar el problema.-** El primer paso es identificar el proceso u operación que no se ajusta a los estándares establecidos y genera problemas en el proceso productivo.
- 2- Comprender el problema y decidir la meta.-** El segundo paso es comprender el impacto que genera el problema, recoger registros y cuantificar las causas y consecuencias, estratificar las causas del problema, identificar los factores que generan los problemas y por ultimo establecer las metas a perseguir.
- 3- Elaborar un cronograma de desarrollo del proyecto.-** Se elaboran listas de actividades y organizar las un diagrama de Gantt y otra herramienta.
- 4- Analizar las causas del problema.-** Para analizar las causas relacionadas al problema, deber de ser clasifica en las 6M y analizar en un diagrama de Ishikawa y ser cuantificado a través de un diagrama de Pareto.
- 5- Proponer, seleccionar y programar soluciones.-** Evaluar las alternativas para poder solucionar el problema encontrado, evaluando el periodo de implementación, inversión, etc.

- 6- Implementar y verificar resultados.-** En este paso se debe de ejecutar las actividades establecidas en el paso 5, evaluando constantemente los resultados para tomar dediciones para la resolución del problema.
- 7- Normalizar y establecer un control.-** En este último paso, se verifica si la solución al problema fue exitoso y se estable para propuesta para poder asegurar los mismos resultados. Difundiendo las soluciones para que puedan ser repetidas en otras áreas que tienen el mismo problema.

Por otro lado, el compromiso de la alta dirección ha sido considerado como un factor vital. El compromiso de la alta gerencia podría demostrarse en la forma de desarrollar una visión clara que garantice recursos financieros suficientes y que proporcione un liderazgo estratégico. Si bien la transformación en lean es a menudo deseable para ser conducida desde el taller, es importante que la alta dirección conduzca el viaje en sus primeras etapas (Alefari, Salonitis y Xu 2017).

1.3.2.3. Beneficios de la implementación del Lean Manufacturing

Emplear de la filosofía Lean Manufacturing es de beneficiosa dentro de una empresa, ya que muchas de sus herramientas y técnicas son para la mejora en la gestión de la productividad, lo cual, incrementa su productividad en los procesos que sean aplicadas. Una de las técnicas más beneficiosas de la filosofía Lean son aquellas que permiten recopilar, medir, analizar y los resultados y perturbaciones respecto al objetivo de la empresa, de la manera metódica y confiable, para ello, se recomienda la utilización de un sistema de indicadores, dentro de los cuales se encuentra el OEE (Overall Equipment Effectiveness) con un nivel de efectividad del 80%, en segundo lugar tenemos a las 5S con un nivel de efectividad del 70%, el SMED, el control visual y la estandarización, por este orden (Sancho 2014).

La filosofía Lean para gran parte de los investigadores, es un pensamiento que evoluciona didácticamente adaptándose las culturas de las empresas en cualquier país. Es considerado por diferentes autores como uno de los primeros sistemas de gestión de la producción relacionado directamente con los colaboradores de las empresas, que la interacción y participación de los colaboradores en el análisis y solución de diferentes problemas encontrados y en la mejora del sistema productivo, el cual está conformado por los aportes y el liderazgo de

sus colaboradores y una constante capacitación e interacción con programas de capacitación para los colaboradores dentro de sus puestos de trabajo (Vilana 2011).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema General

¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?
- ¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?

1.5. Justificación del estudio

- a. **Conveniencia:** La implementación de las herramientas del Lean Manufacturing permitiría el aumento de la productividad en la empresa Ladrillos Lark, reduciendo los tiempos de paradas de producción, disminución de los desperdicios y mermas de generadas por un nivel incorrecto de granulometría , lo cual significa una reducción de costos y aumento de ingresos para la empresa
- b. **Relevancia social:** El presente trabajo beneficiara a los colaboradores que participan en el proceso productivo, ya que no tendrán que realizar tareas adicionales durante las paradas, por otro lado, los clientes serán beneficiados, puesto que no solo se mejorara la producción de los ladrillos sino también la calidad de estos.
- c. **Aporte teórico:** El presente trabajo de investigación generara conocimiento para la resolución de problemas de molienda a través de la implementación del trabajo estandarizado, 5s, Kaizen y los informes A3; buscando la influencia de las herramientas del Lean Manufacturing sobre la productividad.

- d. Aporte práctico:** El presente trabajo de investigación será una guía para la resolución de problemas en los procesos de molienda y formado en las industrias ladrilleras, mineras, químicas y cementeras que realizan estos procesos
- e. Aporte metodológico:** Para llevar a cabo la investigación, se realizara la creación de instrumentos recolección, donde se registrara los datos necesarios para luego ser analizados, los cuales servirán de apoyo para futuras investigaciones realizadas en el sector ladrillero u otro sector.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

1.6.2. Hipótesis Específicos

- El Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
- El Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

1.7. Objetivos de la Investigación

1.7.1. Objetivo General

Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
- Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Tabla N° 7: Matriz de Coherencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
Específicos		
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Fuente: Elaboración propia

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Por su finalidad

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada, ya que se hará el uso de bases teóricas y herramientas como las 5S, eventos Kaizen e informe A3 actualmente existentes para la resolución de problemas de paradas de producción en la empresa Ladrillos Lark. La investigación aplicada tiene como objetivo principal la búsqueda y consolidación del saber, así como la aplicación de los conocimientos culturales y científicos, y la producción de tecnología al servicio de la sociedad (Pimienta y De la Orden 2017).

Por su enfoque

El presente de trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que los valores de las variables serán datos numéricos, datos continuos como el tiempo de trabajo y datos discretos como la cantidad de ladrillos producidos, los cuales permitirán la toma de decisiones usando magnitudes cuantificables a una escala de razón. El enfoque cuantitativo se centra en el análisis e interpretación de datos numéricos asociados con el objeto de estudio (Pimienta y De la Orden 2017).

Por su nivel

El presente trabajo de investigación es de nivel explicativo, ya que está dirigida a responder y determinar la causa del problema, centrándose en descubrir porque ocurre ese fenómeno sino y además trata de describir el comportamiento de las variables. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales (Hernández, Fernández y Baptista 2016)

2.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño cuasi-experimental, ya que se estudia la relación causa – efecto, es decir, se manipula deliberadamente solo la variable independiente para ver su efecto sobre la variable dependiente, existe un grupo de control interno que es el antes y

después. Además es de alcance longitudinal, ya que se recolectaran datos en un periodo de tiempo de 90 días de producción (Monje 2011).

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable independiente: Lean Manufacturing

- **Definición conceptual:** Lean Manufacturing se puede definir como un conjunto de principios, que definen el valor del producto / servicio según lo percibido por el cliente, evaluando las actividades y flujo de la producción, buscando la mejora continua (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014)
- **Definición operacional:** Lean Manufacturing o también conocido como un proceso esbelto, está basado en una producción limpia, es decir, eliminar los tiempos de paradas, eliminar los desperdicios y el correcto uso de los recursos (tiempo, materia prima, etc.) (Padilla 2010).

2.2.1.1. Dimensión 1: Kaizen

El Kaizen como técnica lean para la mejora continua, puede abarcar cualquier actividad de la empresa, ya que es una filosofía con una estrategia basada en el mejoramiento de los procesos, siendo considerada la llave del éxito de muchas empresas (Bonilla, Kleeberg y Noriega. 2012). El Tack Time o también conocido como tiempo medio se refiere a la frecuencia de una parte o componente que debe producirse para satisfacer la demanda de los clientes. Este tiempo depende de la demanda de producción que puede ser diaria, mensual o anual, dependiendo del caso (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014). En la empresa inversiones el Tack time será medido de la siguiente manera.

<p>Tack Time</p> $TT = \frac{TD}{DDL}$ <p>TD: Tiempo disponible (s) DDL: Demanda diaria de ladrillos (t)</p>

Formula N°5: Tack time

Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2. Dimensión 2: Despilfarro

Los desperdicios son cualquier cosa o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera un desperdicio o muda (Gutiérrez 2010). El tiempo medio de paradas se relación existente entre el tiempo total de paradas en un turno y la cantidad de paradas; los tiempos de paradas son tiempos muertos generados por máquinas o personas, siendo considerando ese tiempo como una NVA (Sancho 2014).

<p>Tiempo medio de fallas</p> $MTTF = \frac{TTP}{TP}$ <p>TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: Fallas</p>

Formula N°6: Tiempo medio de paradas

Fuente: Elaboración propia

2.2.2. Variable dependiente: Productividad

- **Definición conceptual:** La productividad es un indicador el cual mide qué tan eficiente ha sido la utilización de los recursos, de nuestro trabajo y nuestro capital para producir un bien o servicio (Galindo y Ríos 2015).
- **Definición operacional:** La productividad es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia (Carro y González 2014).

2.2.2.1. Dimensión 1: Eficacia

La eficacia será medida en relación a la cantidad de toneladas de ladrillos almacenadas en los tendales de secado y la cantidad de toneladas de ladrillos producidos durante un turno de trabajo en la empresa Ladrillos Lark. La eficacia es el resultado generado por la capacidad de utilización de mano de obra, maquinaria que se puede expresar en cantidades producidas o etc. (Carro y González 2014).

Eficacia

$$E = \frac{LTS}{LP} \times 100 \%$$

LTS: Ladrillos en tendales de secado (t)

LP: Ladrillos producidos (t)

Formula N°7 Eficacia

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.2. Dimensión 2: Eficiencia

La eficiencia será medida en relación a las horas hombre empleadas en la producción y las horas hombres programadas para la producción de ladrillos durante un turno de trabajo en la empresa Ladrillos Lark.

La eficiencia es la relación existente entre los resultados obtenido y el cumplimiento de las metas previamente establecidas [...] la relación resultados/ metas (Lam y Hernández 2016).

Eficiencia

$$Ef = \frac{HMr}{HMp} \times 100 \%$$

HMr: Horas maquina empleadas (h)

HMp: Horas maquina programadas (h)

Formula N°8: Eficiencia

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLES INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing se puede definir como un conjunto de principios, que definen el valor del producto / servicio según lo percibido por el cliente, evaluando las actividades y flujo de la producción, buscando la mejora continua (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014).	Lean Manufacturing o también conocido como un proceso esbelto, está basado en una producción limpia, es decir, eliminar los tiempos de paradas, eliminar los desperdicios.	Kaizen	Tack Time $TT = \frac{TD}{DDL}$ TD: Tiempo disponible (s) DDL: Demanda diaria de ladrillos (t)	Razón
LEAN MANUFACTURING			Despilfarro	Tiempo medio de falla $MTTF = \frac{TTP}{TP}$ TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: N° de fallas	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	La productividad es un indicador el cual mide qué tan eficiente ha sido la utilización de los recursos, de nuestro trabajo y nuestro capital para producir un bien o servicio (Galindo y Ríos 2015).	La productividad es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia.	Eficacia	Eficacia $E = \frac{LTS}{LP} \times 100 \%$ LTS: Ladrillos en tendales de secado (t) LP: Ladrillos producidos (t)	Razón
PRODUCTIVIDAD			Eficiencia	Eficiencia $Ef = \frac{HMr}{HMp} \times 100 \%$ HMr: Horas maquina empleadas (h) HMp: Horas maquina programadas (h)	Razón

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

La **población** de una investigación es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación, es decir, el universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros (López 2004). La población para el presente trabajo de investigación es la producción de 90 días en la empresa Ladrillos Lark.

Para un proceso de investigación cuantitativo, la **muestra** es un subgrupo representativo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población (Hernández, Fernández y Baptista 2016, p. 173). La muestra para el presente trabajo de investigación es la producción de 90 días en la empresa Ladrillos Lark.

El tipo de muestreo es por conveniencia, ya que este muestreo es más sencillo y mucho más eficiente, por ello su aplicación es ideal en investigaciones cuantitativas donde facilita el procesamiento de datos recolectados durante la investigación (Crespo y Salamanca 2007). Por ello, para esta investigación elige como el método por conveniencia para trabajar con los datos de manera más eficiente, de manera más didáctica y fácil para su análisis durante el proceso de investigación.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Hernández, Fernández y Baptista (2016, p. 197), afirma que después de tener claro el problema de investigación e hipótesis de investigación, la etapa que sigue en una investigación científica es la recolectar de los datos necesarios de las variables de las unidades de análisis del proyecto de investigación. Del mismo modo, dice que los pasos para la recolección de datos son los siguientes:

- Definir los tipos de datos que se van a recolectar
- Elaborar o seleccionar instrumentos de recolección de datos
- Aplicar los instrumentos o métodos
- Recolectar los datos necesarios

- Codificas los datos, de tal forma que sea fácil su comprensión
- Almacenar los datos y prepararlos para analizarlos

Las diferentes técnicas existentes para la recolección de datos de una investigación son la observación, entrevistas, pruebas, encuestas, etc.

La Observación

La observación es un método de recolección de datos es una de las técnicas más importantes y aplicables en situaciones en las que se trata de detectar aspectos conductuales, las cuales ocurren en situaciones externas y observables por el investigador (Padua 2018).

- Observación directa

En este tipo de observación el investigador se encuentra en contacto directo con los hechos ocurridos (Padua 2018).

- Observación indirecta

En este tipo de observación el investigador no se encuentra en contacto directo con los hechos ocurridos, es decir, entra en conocimiento de los hechos a través de observación realizada por otros investigadores (Padua 2018).

- Observación participante

En este tipo de observación el investigador se encuentra integrado al grupo de estudio y obtiene toda la información desde dentro, es decir, realiza una doble tarea, ya que es responsable de desempeñar actividades dentro del grupo y recolectar los datos al mismo tiempo (Padua 2018).

- Observación no participante

En este tipo de observación el investigador no se encuentra integrado al grupo de estudio y obtiene toda la información desde afuera, es decir, no genera ninguna intervención dentro del grupo de investigación (Padua 2018).

- Observación estructurada

En este tipo de observación el investigador hace uso de elementos técnicos para la recolección de datos, como: tablas, fichas, etc. (Padua 2018).

- **Observación no estructurada**

En este tipo de observación el investigador no hace uso de elementos técnicos para la recolección de datos (Padua 2018).

El presente proyecto de investigación, utiliza como técnica principal a la observación indirecta, ya que no se tiene una influencia directa con los hechos ocurridos en la línea 3, del mismo modo, se ejecutara una observación no participativa, ya que el investigador no forma parte del grupo de estudio y la observación estructurada, ya que permite recolectar información con elementos técnicos de los hechos ocurridos en la empresa Ladrillos Lark.

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos necesarios para la recolección de datos de una investigación son los recursos o medios materiales que necesita utilizar el investigador para poder almacenar, agrupar y organizar la información recolectada; estos instrumentos de recolección pueden ser formularios, inventarios, etc.; ya que estos resultan ser muy importantes al momento de medir las variables, por ende es de suma importancia seleccionar correctamente el instrumento que se utilizara en la variable dependiente e independiente (Valderrama 2013).

Para que un instrumento de recolección de datos sea el adecuado para la investigación es necesario que pueda registrar los datos observables que representen las variables y conceptos que el investigador tiene en mente (Gómez 2006).

Para la presente investigación cada una de las dimensiones cuenta con sus instrumentos de recolección donde registraremos los datos de producción diarios, se usaran 4 instrumentos de recolección de datos, los cuales serán usados de manera diaria dentro de la empresa Ladrillos Lark.

2.4.2.1. Instrumento de recolección de datos del Tack Time

Este instrumento de recolección de datos del Tack Time consiste en recolectar el tiempo disponible diario de producción y la demanda de producción diaria producida por la línea 3 de producción, para luego ser divididos y obtener el Tack Time (Ver anexo 4).

2.4.2.2. Instrumento de recolección de datos del Despilfarro

Este instrumento de recolección de datos del tiempo medio de fallas (MTTF) consiste en recolectar el tiempo total diaria de fallas producción en la línea 3 y el número de fallas de producción diaria establecida por la gerencia de producción, para luego ser divididos y obtener el MTTF (Ver anexo 5).

2.4.2.3. Instrumento de recolección de datos de la Eficiencia

Este instrumento de recolección de datos de la Eficiencia, consiste en recolectar las toneladas de ladrillos en tendales de secado y las toneladas de ladrillos producidos en la línea 3, para luego ser divididos y poder hallar la eficiencia (Ver anexo 6).

2.4.2.4. Instrumento de recolección de datos de la Eficacia

Este instrumento de recolección de datos de la Eficacia, consiste en recolectar datos sobre las horas hombres empleadas en la producción de la línea 3 y las horas hombre programadas para la producción la línea 3, para luego ser divididos y poder hallar la eficacia (Ver anexo 7).

2.4.3. Validez de los instrumentos

La validez de los instrumentos para una investigación hablando en términos generales, se refieren al grado en que estos instrumentos miden las variables que el investigador desea medir (Hernández, Fernández y Baptista 2016).

Se ha optado como elemento de validación de los instrumentos de la investigación el juicio de 3 especialistas de la escuela de Ingeniería Industrial, expertos en el tema abordado en esta

investigación, los expertos son los encargados de corroborar y constatar la validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos usados en esta investigación (Ver Anexos N°1, N°2, N°3).

2.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad de un instrumento de medición para una investigación, se basa principalmente en el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto va a producir resultados iguales (Hernández, Fernández y Baptista 2016).

La confiabilidad de los instrumentos, se refiere a la exactitud de los ítems, reactivos o tareas representan al universo de donde fueron seleccionados, ya que el término confiabilidad designa la exactitud con que un conjunto de puntajes de pruebas miden lo que tendrían que medir (Corral de Franco 2009).

La información obtenida para la investigación es confiable, ya que ha sido evaluada por un grupo de 3 especialistas expertos en el tema de investigación, antes de ser usada en la recolección de datos.

2.5. Procedimientos

Para evitar que el proceso de molienda pare y que el proceso de formado genere desperdicios en la producción, se establece principios fundamentales de las dos herramientas de Lean Manufacturing las cuales son el Kaizen y el Trabajo Estandarizado.

El Kaizen como herramienta para el mejoramiento continuo busca que todos los involucrados en el proceso productivo de la línea 3 participen en eventos Kaizen realizados una vez por semana, en cuyas reuniones se trataran los problemas más ocurrentes en la línea, los cuales generan las paradas, de este modo se busca una solución junto a los operadores que participen y son testigos de problemas, al final de estas reuniones las opiniones y soluciones a los problemas en la línea serán plasmados en formatos A3 para ser difundidos entre las áreas y todo el personal que participe en dicho proceso sepa cómo solucionar o evitar que se generen estos problemas ocurrentes.

A través del trabajo estandarizado y los eventos Kaizen, se buscara establecer parámetros tanto en el proceso de molienda como en el proceso de formado, lo cual generara un mayor control en cuanto al material que ingresa al proceso productivo. Por ejemplo, se establecerá las medidas de las mallas necesarias para la fabricación de cada producto a través de manuales de procedimiento, con el fin de evitar que el proceso de formado reciba un nivel inadecuado de granulometría y genere desperdicios por defectos en el ladrillo, rotura constante de cables, paradas de producción, etc. En la tabla N°09, se observa cómo se llevara a cabo la implementación del Lean Manufacturing en la empresa.

Tabla N° 9: Cronograma de implementación de la mejora

N°	Actividad	Febrero				Marzo			
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Implementación de la mejora								
2	Coordinación con el jefe de producción de LADRILLOS LARK								
3	Matriz de priorización de problemas								
4	Constitución de los grupos de trabajo								
5	Reuniones Kaizen								
6	Elaboración de informes A3								
7	Diseño de manuales de procedimientos								
8	Implementación de los manuales de procedimiento								

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 10, se presenta el resumen del presupuesto de la investigación ejecutado en la empresa Ladrillos Lark, para observar a más detalle el presupuesto revisar Anexo N° 11.

Tabla N° 10: Resumen del presupuesto de la investigación

Presupuesto	Total
Materiales de oficina (lapiceros, reglas, materiales de archivo, micas, hojas bond, etc.)	S/ 650.00
Calculadora científica	S/ 90.00

Presupuesto	Total
Impresiones	S/ 360.00
Cuadernos de registro	S/ 20.00
Uso de internet	S/ 560.00
Horas de uso de la computadora	S/ 280.00
Carpeta de bachiller	S/ 1,500.00
Carpeta de titulación	S/ 2,000.00
Anillados	S/ 20.00
Gastos de implementación	
Reuniones Kaizen (2 reuniones)	S/ 600.00
Horas de trabajo del personal	S/ 400.00
Gastos de personal	
Jefe de Producción	S/ 67,500.00
Jefe de turno	S/ 40,950.00
Supervisor de tendales	S/ 24,300.00
Cesar Vela Valqui	S/ 13,500.00
Total Presupuesto	
	S/ 152,730.00

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto de esta investigación tiene un costo de S/. 152 730 nuevos soles, los cuales cubren desde gastos por impresiones, hasta el salario de las personas involucradas.

2.5.1. Situación actual de la empresa

2.5.1.1. Descripción de la empresa

Ladrillos Lark es una empresa del sector ladrillero, encargada de la producción de ladrillos de arcilla cocida que se utilizan en la construcción de viviendas, edificios e infraestructura en general, esta empresa inicio sus actividades comerciales el 15 de octubre de 1996. La empresa Ladrillos Lark cuenta con 2 plantas de producción en el territorio peruano, una ubicada en departamento de Lima y otra ubicada en el departamento de Chiclayo.

La planta ubicada en Lima, en el distrito de Puente Piedra cuenta con 3 líneas de producción, con más de 20 tipos de ladrillos, los cuales satisfacen las necesidades de los consumidores finales, ya que se ajustan sus necesidades brindándoles un ladrillo de calidad.

Es por ello de actualmente la empresa Ladrillos Lark cuenta con un 30% del mercado nacional, ya que cuenta con un sistema de producción avanzado, cuenta con secaderos artificiales en 2 de sus líneas de producción, lo cual hace que la cantidad de ladrillos producidos al día sea de 1300 toneladas aproximadamente. En la Figura N° 13, se puede observar la estructura organizacional de la empresa.

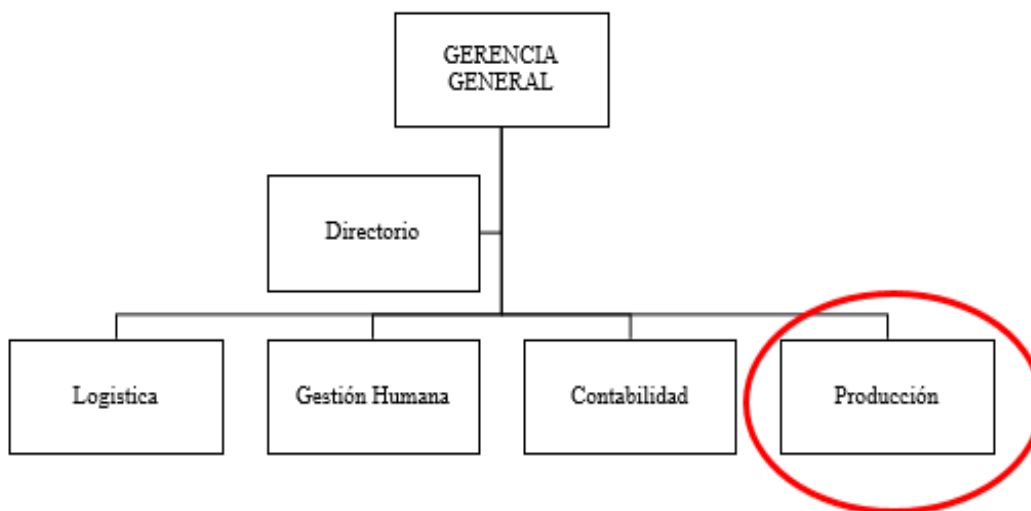


Figura N° 13: Organigrama de la empresa Ladrillos Lark

Fuente: Elaboración propia

- **Misión**

La misión de la empresa Ladrillos Lark es liderar el sector ladrillero en el Perú, cumpliendo con las más altos estándares de calidad durante la producción de sus ladrillos, dando al consumidor final un producto de calidad y un servicio diferenciado, ya que, para Ladrillos Lark la seguridad es lo más importante en los hogares (Lark 2020).

- **Visión**

Hacer de nuestra empresa una de las industrias con los altos índices de excelencia en cuanto a producción de ladrillos, entregando al sector de la construcción un producto confiable y con características de calidad basado en las normas técnicas del mercado (Lark 2020).

2.5.1.2. Descripción del proceso

En la presente investigación el objeto de estudio es la línea 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual es la encargada de producir ladrillos para la construcción de paredes y muros portantes. Esta línea de producción produce 7 tipos de ladrillos, los cuales son los siguientes:

- ❖ King Kong 50%
- ❖ King Kong 30%
- ❖ Panderete acanalada
- ❖ Pandereta lisa
- ❖ Tabique
- ❖ King Kong tipo caravista
- ❖ Caravista

De los cuales el ladrillos King Kong 50% es el más producido, ya que tiene mayor demanda en el mercado, el segundo ladrillo más importantes y más producidos son los ladrillo Pandereta acanalada. Ocurriendo paradas e inconvenientes a la hora de producirlos, ya que estos ladrillos deben de cumplir con especificaciones establecidas durante el todo el proceso desde la molienda de materia prima hasta el formado del ladrillo.

En la Figura N°14 se puede observar el proceso productivo de la línea 3, el cual está conformado por el proceso de la molienda, el formado respectivamente, a continuación se explicara cada uno de ellos.

- **Molienda**

Es el proceso en el cual la materia prima (arcilla y tierra) son reducidas de tamaño a través de 2 molinos, un molino de cuchilla o molino primario, un molino de martillos o molino secundario. Sin embargo antes de pasar al segundo molino la materia prima es zarandeada a través de mallas y vibradores donde se recogen la materia prima que ya está lista para entrar al proceso, por otro lado, la materia prima que llega al molino secundario o de molino de martillos es golpeada contra parrillas, las cuales junto con los martillos del molino deben de reducir las partículas al tamaño necesario para entrar al proceso y ser llevadas a la mezcladora y almacenadas en el silo de distribución.

- **Formado**

Es el proceso que recibe la mezcla lista para ser llevada amasadora donde se le agrega agua para crear la masa que pasara por la cámara de vacío donde se le quita el 97% de aire para crear una masa con la dureza necesaria para producir un ladrillos resistente, después de pasar

por la cámara de vacío es extruida por una prensa la cual tiene en la trompa el molde correspondiente al ladrillo que se va a producir. El último paso en la línea 3, la cual se encarga de cortar el material extruido por la prensa, el cual le da las medidas correspondientes. Este paso es hecho por una máquina cortadora, la cual trabaja con cables de corte los cuales son tensados a cada lado y realizan los cortes de manera horizontal.

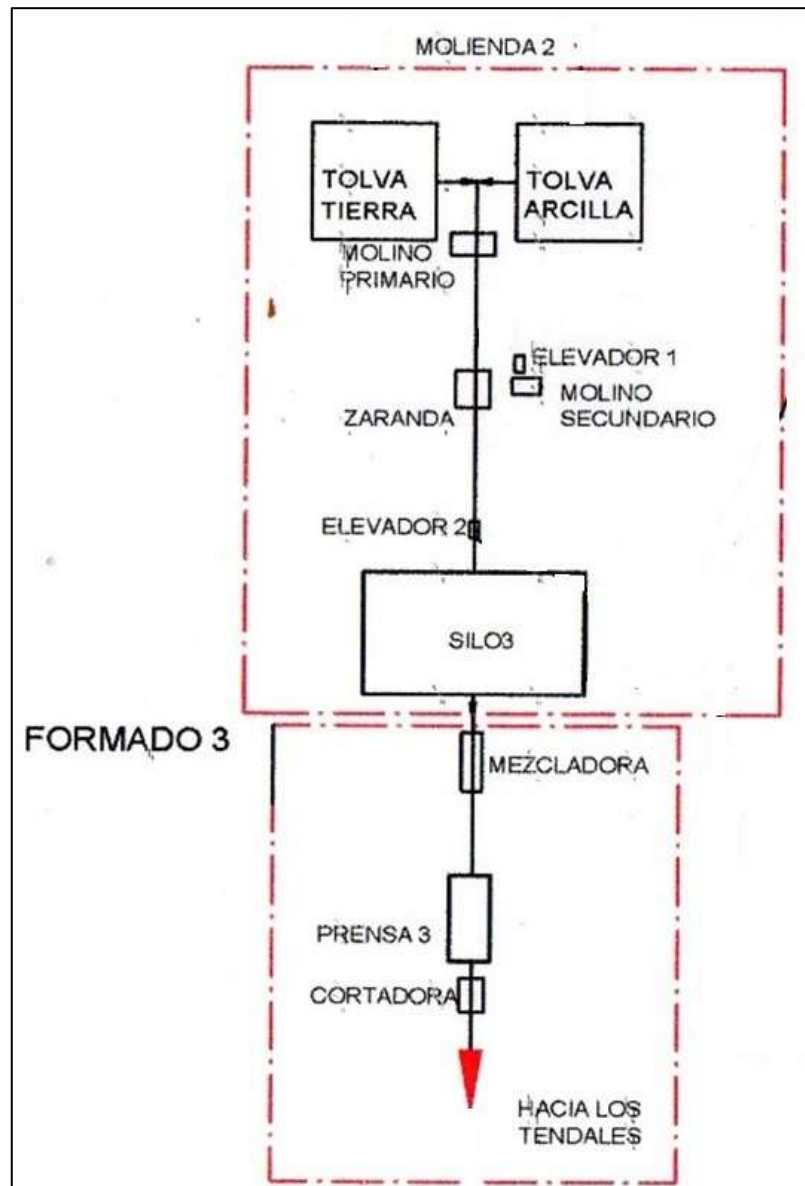


Figura N° 14: Diagrama de flujo de la línea 3

Fuente: Ladrillos Lark

En la Figura N° 15 se puede observar el VSM de la línea 3 antes de la mejora, la cual producía un 305tn en un turno de trabajo de 480 minutos (8horas), con un tiempo de parada de 179 min. Por otro lado, se puede identificar los puntos clave donde se van a producir los eventos Kaizen.

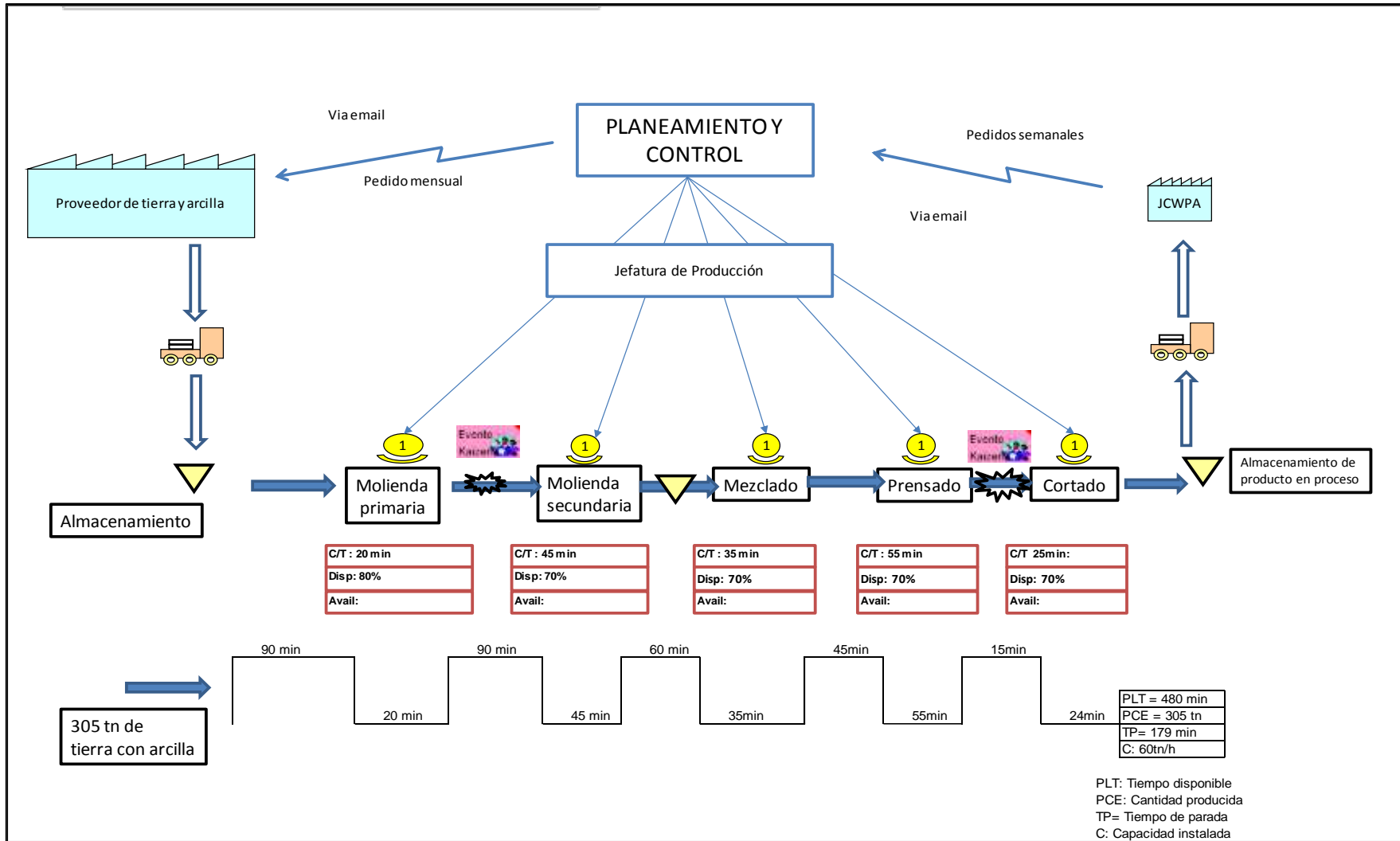


Figura N° 15: VSM de la línea 3 antes de la mejora

Fuente: Ladrillos Lark

2.5.1.3. Lean Manufacturing antes de la mejora

La Tabla N° 11 presentada a continuación contiene los datos recolectados de la línea de producción número 3 antes de la mejora, dichos datos ayudan a evaluar el Tack time o tiempo medio de la producción diaria de ladrillos durante el primer turno de trabajo:

Tabla N° 11: Datos de la dimensión antes de la mejora: Kaizen

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Kaizen
Indicador	Tack Time
Fecha de inicio de recolección de datos	Agosto del 2018
Fecha final de recolección de datos	Noviembre del 2018

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
1	01/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	348	83
2	02/08/2018	King Kong	28800	305	94
3	03/08/2018	Caravista	14400	280	51
4	03/08/2018	King Kong	14400	170	85
5	04/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	248	116
6	05/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	370	78
7	07/08/2018	King Kong	28800	359	80
8	08/08/2018	King Kong Caravista	14400	159	91
9	08/08/2018	King Kong	14400	185	78
10	09/08/2018	King Kong	28800	430	67
11	10/08/2018	King Kong	28800	401	72
12	11/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	314	92
13	12/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	375	77
14	14/08/2018	King Kong 30%	28800	356	81
15	15/08/2018	Bloque Hembra - Macho	7200	29	249
16	15/08/2018	Bloque L	7200	60	120
17	15/08/2018	King Kong	28800	260	111
18	16/08/2018	King Kong	36000	448	80
19	17/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	312	92
20	18/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	333	87
21	19/08/2018	King Kong	28800	314	92
22	21/08/2018	King Kong	28800	401	72

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
23	22/08/2018	King Kong	28800	392	74
24	23/08/2018	King Kong	28800	413	70
25	24/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	259	111
26	25/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	343	84
27	26/08/2018	King Kong	28800	272	106
28	28/08/2018	King Kong	28800	329	88
29	29/08/2018	King Kong	28800	422	68
30	31/08/2018	Pandereta Acanalada	28800	277	104
31	01/09/2018	Pandereta Acanalada	28800	348	83
32	04/09/2018	King Kong	28800	508	57
33	05/09/2018	King Kong	28800	553	52
34	06/09/2018	King Kong	28800	508	57
35	07/09/2018	Pandereta Acanalada	28800	166	173
36	09/09/2018	Pandereta Acanalada	28800	449	64
37	11/09/2018	King Kong	28800	314	92
38	12/09/2018	King Kong	28800	454	63
39	13/09/2018	King Kong	28800	359	80
40	14/09/2018	Pandereta Lisa	28800	211	136
41	15/09/2018	Pandereta Acanalada	28800	288	100
42	16/09/2018	Pandereta Acanalada	14400	119	121
43	16/09/2018	King Kong	14400	185	78
44	18/09/2018	King Kong	28800	472	61
45	19/09/2018	King Kong 30%	28800	397	73
46	20/09/2018	King Kong	28800	439	66
47	21/09/2018	Caravista	14400	198	73
48	21/09/2018	Pandereta Acanalada	14400	87	165
49	22/09/2018	Pandereta Acanalada	28800	246	117
50	23/09/2018	King Kong	28800	433	66
51	25/09/2018	King Kong	28800	425	68
52	26/09/2018	King Kong Caravista	28800	306	94
53	27/09/2018	King Kong	28800	401	72
54	28/09/2018	Tabique	28800	209	138
55	29/09/2018	King Kong	28800	326	88
56	30/09/2018	King Kong	28800	398	72
57	02/10/2018	Tabique	14400	85	170
58	02/10/2018	King Kong	21600	314	69

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
59	03/10/2018	King Kong	36000	547	66
60	04/10/2018	King Kong	36000	580	62
61	05/10/2018	King Kong	36000	439	82
62	06/10/2018	King Kong	36000	416	87
63	09/10/2018	King Kong	36000	481	75
64	10/10/2018	Caravista	14400	239	60
65	10/10/2018	King Kong	21600	251	86
66	11/10/2018	King Kong	28800	407	71
67	12/10/2018	King Kong	28800	410	70
68	13/10/2018	Pandereta Lisa	7200	25	291
69	13/10/2018	King Kong	28800	365	79
70	14/10/2018	King Kong	36000	487	74
71	16/10/2018	King Kong	28800	149	193
72	17/10/2018	King Kong	28800	323	89
73	18/10/2018	King Kong	28800	344	84
74	19/10/2018	Pandereta Lisa	28800	236	122
75	20/10/2018	King Kong	28800	344	84
76	21/10/2018	King Kong	28800	416	69
77	23/10/2018	King Kong	28800	350	82
78	24/10/2018	King Kong Caravista	10800	29	368
79	24/10/2018	King Kong 30%	18000	219	82
80	25/10/2018	King Kong Caravista	28800	125	230
81	25/10/2018	King Kong	28800	137	211
82	26/10/2018	King Kong	28800	344	84
83	27/10/2018	King Kong	28800	404	71
84	28/10/2018	King Kong	28800	281	102
85	30/10/2018	King Kong	28800	386	75
86	31/10/2018	Tabique	28800	219	132
87	02/11/2018	King Kong	28800	359	80
88	03/11/2018	Caravista	28800	167	172
89	03/11/2018	King Kong	28800	149	193
90	04/11/2018	King Kong	28800	380	76

Fuente: Elaboración propia

En Tabla N° 12 y Figura N°16 se puede observar el Tack time de la línea 3 antes de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 12: Tack time antes de la mejora en la línea 3

Tack Time	
Agosto	92 s
Septiembre	89 s
Octubre	114 s
Noviembre	130 s
Promedio	106 s

Fuente: Elaboración propia

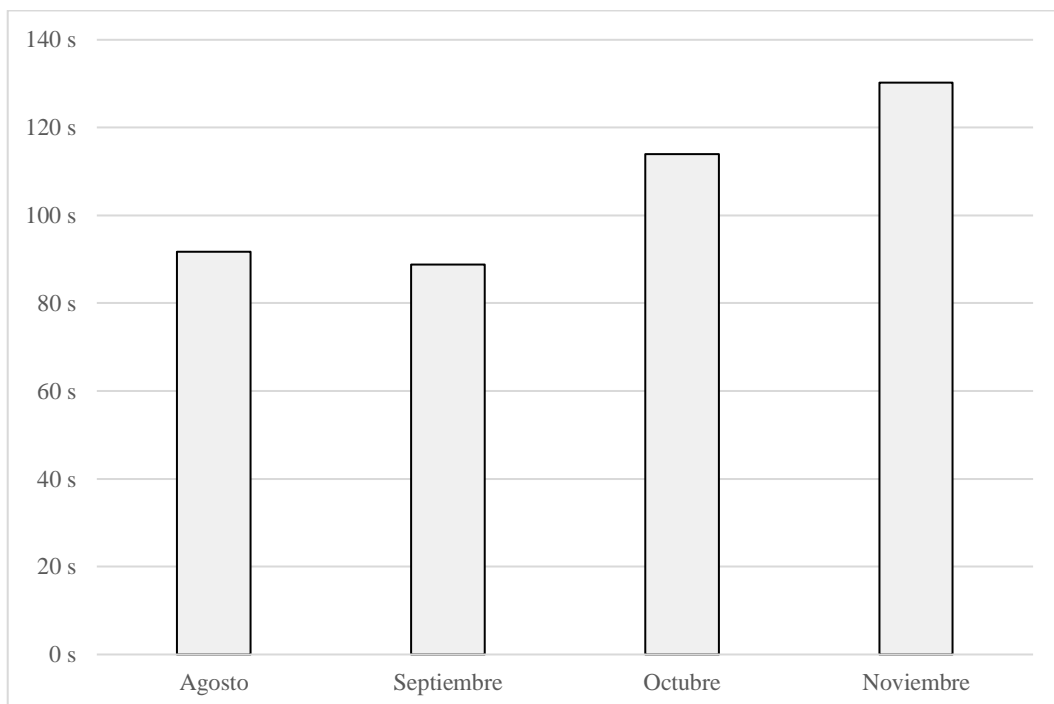


Figura N° 16: Tack Time antes de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

El promedio Tack time de la línea 3 antes de la mejora es de 106 s/t, sin embargo, lo ideal para esta línea de producción es tener un Tack Time de 60 s/t, ya que la prensas de extracción usadas actualmente son de una capacidad de 60 toneladas por hora.

La siguiente tabla contiene los minutos totales de paradas de la línea de producción número 3 antes de la mejora, dichos datos ayudan a evaluar el tiempo medio de paradas que realiza la línea durante su jornada de trabajo:

Tabla N° 13: Datos de la dimensión antes de la mejora: Despilfarro

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Despilfarro
Indicador	Tiempo medio de falla - MTTF
Fecha de inicio de recolección de datos	Agosto del 2018
Fecha final de recolección de datos	Noviembre del 2018

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
1	01/08/2018	180	5	36
2	02/08/2018	240	8	30
3	03/08/2018	180	7	26
4	03/08/2018	120	6	20
5	04/08/2018	300	7	43
6	05/08/2018	180	5	36
7	07/08/2018	180	6	30
8	08/08/2018	120	9	13
9	08/08/2018	120	5	24
10	09/08/2018	120	6	20
11	10/08/2018	120	9	13
12	11/08/2018	240	8	30
13	12/08/2018	180	9	20
14	14/08/2018	180	5	36
15	15/08/2018	60	6	10
16	15/08/2018	60	6	10
17	15/08/2018	120	6	20
18	16/08/2018	240	7	34
19	17/08/2018	240	8	30
20	18/08/2018	180	6	30
21	19/08/2018	240	7	34
22	21/08/2018	120	7	17
23	22/08/2018	180	7	26

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
24	23/08/2018	120	8	15
25	24/08/2018	300	6	50
26	25/08/2018	180	9	20
27	26/08/2018	240	9	27
28	28/08/2018	240	8	30
29	29/08/2018	120	9	13
30	31/08/2018	240	5	48
31	01/09/2018	180	7	26
32	04/09/2018	60	9	7
33	05/09/2018	120	9	13
34	06/09/2018	60	8	8
35	07/09/2018	360	8	45
36	09/09/2018	120	9	13
37	11/09/2018	240	8	30
38	12/09/2018	120	6	20
39	13/09/2018	180	9	20
40	14/09/2018	300	7	43
41	15/09/2018	240	5	48
42	16/09/2018	180	7	26
43	16/09/2018	120	7	17
44	18/09/2018	60	5	12
45	19/09/2018	120	9	13
46	20/09/2018	120	7	17
47	21/09/2018	180	9	20
48	21/09/2018	180	6	30
49	22/09/2018	300	5	60
50	23/09/2018	120	9	13
51	25/09/2018	120	5	24
52	26/09/2018	180	6	30
53	27/09/2018	120	9	13
54	28/09/2018	300	8	38
55	29/09/2018	240	8	30
56	30/09/2018	180	9	20
57	02/10/2018	180	5	36
58	02/10/2018	120	9	13
59	03/10/2018	120	7	17

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
60	04/10/2018	120	8	15
61	05/10/2018	240	5	48
62	06/10/2018	240	6	40
63	09/10/2018	180	8	23
64	10/10/2018	180	5	36
65	10/10/2018	180	5	36
66	11/10/2018	120	5	24
67	12/10/2018	120	7	17
68	13/10/2018	60	9	7
69	13/10/2018	180	5	36
70	14/10/2018	180	8	23
71	16/10/2018	360	5	72
72	17/10/2018	240	8	30
73	18/10/2018	180	7	26
74	19/10/2018	300	7	43
75	20/10/2018	180	5	36
76	21/10/2018	120	6	20
77	23/10/2018	180	6	30
78	24/10/2018	120	8	15
79	24/10/2018	120	9	13
80	25/10/2018	120	5	24
81	25/10/2018	120	5	24
82	26/10/2018	180	8	23
83	27/10/2018	120	5	24
84	28/10/2018	240	7	34
85	30/10/2018	180	6	30
86	31/10/2018	300	8	38
87	02/11/2018	180	5	36
88	03/11/2018	180	8	23
89	03/11/2018	120	8	15
90	04/11/2018	180	9	20

Fuente: Elaboración propia

En Tabla N° 14 y Figura N°17 podemos observar el tiempo promedio de falla de la línea 3 antes de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 14: Tiempo promedio de falla antes de la mejora en la línea 3

Tiempo promedio de falla		
Agosto	7	26.39
Septiembre	6	24.46
Octubre	7	28.38
Noviembre	6	23.38
Promedio	7	25.65

Fuente: Elaboración propia

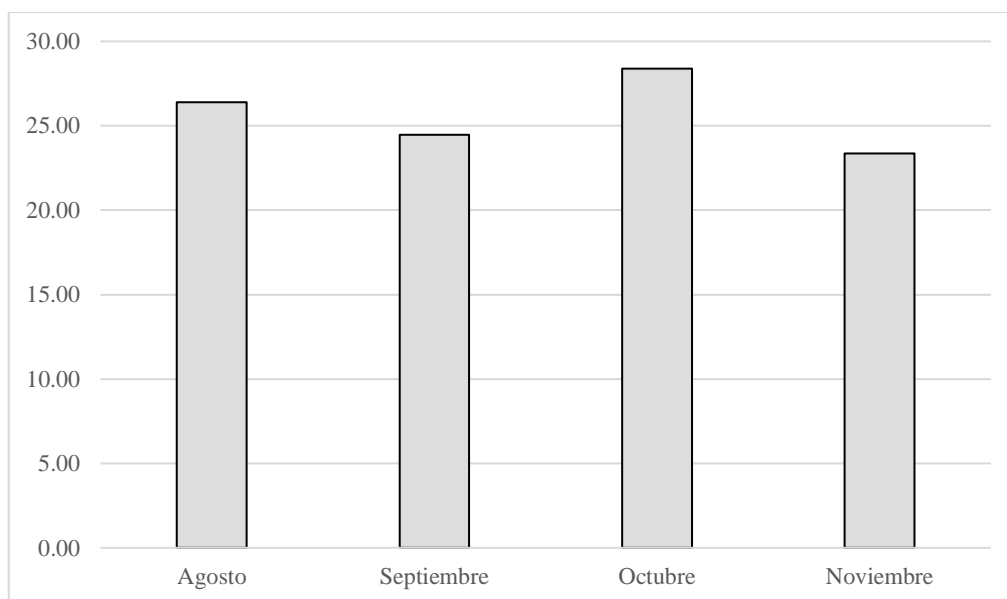


Figura N° 17: Tiempo promedio de falla antes de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la línea 3 antes de la mejora realiza un promedio de 7 paradas durante su jornada de trabajo, las cuales tiene un tiempo promedio de 26 minutos cada una. Esto crea un tiempo muerto de más de 2 horas diarias, lo cual significa aproximadamente 120 toneladas menos de producto producido.

2.5.1.4. Productividad antes de la mejora

La siguiente tabla contiene los datos reportados en área de tendales de secado y la cantidad de ladrillos producidos expresados en toneladas, dichos datos determinan la eficacia de la línea de producción antes de la mejora:

Tabla N° 15: Datos de la dimensión antes de la mejora: Eficacia

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Eficacia
Fecha de inicio de recolección de datos	Agosto del 2018
Fecha final de recolección de datos	Noviembre del 2018

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
1	01/08/2018	Pandereta Acanalada	334	348	96%
2	02/08/2018	King Kong	294	305	96%
3	03/08/2018	Caravista	265	280	95%
4	03/08/2018	King Kong	150	170	88%
5	04/08/2018	Pandereta Acanalada	234	248	94%
6	05/08/2018	Pandereta Acanalada	353	370	95%
7	07/08/2018	King Kong	347	359	97%
8	08/08/2018	King Kong Caravista	143	159	90%
9	08/08/2018	King Kong	169	185	91%
10	09/08/2018	King Kong	417	430	97%
11	10/08/2018	King Kong	381	401	95%
12	11/08/2018	Pandereta Acanalada	295	314	94%
13	12/08/2018	Pandereta Acanalada	364	375	97%
14	14/08/2018	King Kong 30%	337	356	95%
15	15/08/2018	Bloque Hembra - Macho	11	29	38%
16	15/08/2018	Bloque L	46	60	77%
17	15/08/2018	King Kong	240	260	92%
18	16/08/2018	King Kong	428	448	96%
19	17/08/2018	Pandereta Acanalada	297	312	95%
20	18/08/2018	Pandereta Acanalada	318	333	95%
21	19/08/2018	King Kong	303	314	96%

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
22	21/08/2018	King Kong	391	401	98%
23	22/08/2018	King Kong	380	392	97%
24	23/08/2018	King Kong	393	413	95%
25	24/08/2018	Pandereta Acanalada	241	259	93%
26	25/08/2018	Pandereta Acanalada	332	343	97%
27	26/08/2018	King Kong	257	272	94%
28	28/08/2018	King Kong	311	329	95%
29	29/08/2018	King Kong	402	422	95%
30	31/08/2018	Pandereta Acanalada	265	277	96%
31	01/09/2018	Pandereta Acanalada	336	348	97%
32	04/09/2018	King Kong	496	508	98%
33	05/09/2018	King Kong	543	553	98%
34	06/09/2018	King Kong	497	508	98%
35	07/09/2018	Pandereta Acanalada	147	166	89%
36	09/09/2018	Pandereta Acanalada	432	449	96%
37	11/09/2018	King Kong	294	314	94%
38	12/09/2018	King Kong	436	454	96%
39	13/09/2018	King Kong	339	359	94%
40	14/09/2018	Pandereta Lisa	196	211	93%
41	15/09/2018	Pandereta Acanalada	276	288	96%
42	16/09/2018	Pandereta Acanalada	103	119	87%
43	16/09/2018	King Kong	173	185	94%
44	18/09/2018	King Kong	457	472	97%
45	19/09/2018	King Kong 30%	380	397	96%
46	20/09/2018	King Kong	429	439	98%
47	21/09/2018	Caravista	180	198	91%
48	21/09/2018	Pandereta Acanalada	69	87	79%
49	22/09/2018	Pandereta Acanalada	235	246	96%
50	23/09/2018	King Kong	421	433	97%
51	25/09/2018	King Kong	408	425	96%
52	26/09/2018	King Kong Caravista	286	306	93%
53	27/09/2018	King Kong	387	401	97%
54	28/09/2018	Tabique	197	209	94%
55	29/09/2018	King Kong	309	326	95%
56	30/09/2018	King Kong	381	398	96%

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
57	02/10/2018	Tabique	69	85	81%
58	02/10/2018	King Kong	304	314	97%
59	03/10/2018	King Kong	531	547	97%
60	04/10/2018	King Kong	563	580	97%
61	05/10/2018	King Kong	422	439	96%
62	06/10/2018	King Kong	402	416	97%
63	09/10/2018	King Kong	461	481	96%
64	10/10/2018	Caravista	222	239	93%
65	10/10/2018	King Kong	241	251	96%
66	11/10/2018	King Kong	397	407	98%
67	12/10/2018	King Kong	396	410	97%
68	13/10/2018	Pandereta Lisa	10	25	39%
69	13/10/2018	King Kong	349	365	96%
70	14/10/2018	King Kong	473	487	97%
71	16/10/2018	King Kong	131	149	88%
72	17/10/2018	King Kong	303	323	94%
73	18/10/2018	King Kong	334	344	97%
74	19/10/2018	Pandereta Lisa	219	236	93%
75	20/10/2018	King Kong	328	344	95%
76	21/10/2018	King Kong	406	416	98%
77	23/10/2018	King Kong	338	350	97%
78	24/10/2018	King Kong Caravista	10	29	35%
79	24/10/2018	King Kong 30%	204	219	93%
80	25/10/2018	King Kong Caravista	112	125	90%
81	25/10/2018	King Kong	126	137	92%
82	26/10/2018	King Kong	329	344	96%
83	27/10/2018	King Kong	385	404	95%
84	28/10/2018	King Kong	264	281	94%
85	30/10/2018	King Kong	370	386	96%
86	31/10/2018	Tabique	201	219	92%
87	02/11/2018	King Kong	341	359	95%
88	03/11/2018	Caravista	154	167	92%
89	03/11/2018	King Kong	139	149	93%
90	04/11/2018	King Kong	370	380	97%

Fuente: Elaboración propia

En Tabla N° 16 y Figura N°18 podemos observar el estado de la eficacia de la línea 3 antes de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 16: Eficacia promedio antes de la mejora en la línea 3

Eficacia	
Agosto	92%
Septiembre	94%
Octubre	91%
Noviembre	94%
Promedio	92%

Fuente: Elaboración propia

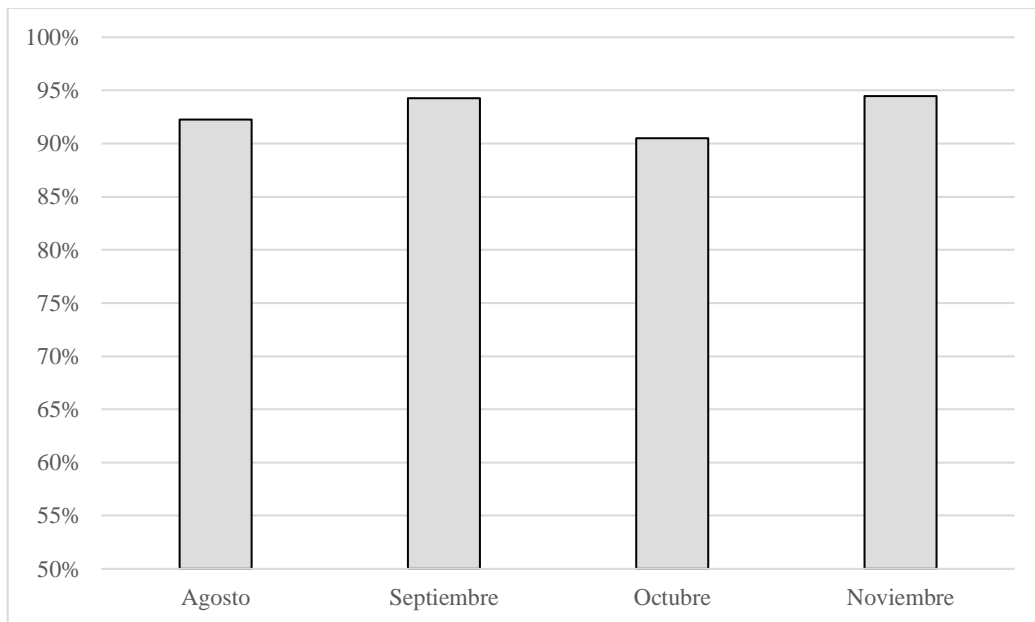


Figura N° 18: Eficacia antes de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Antes de la mejora la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark tiene una eficacia de 92 % durante su jornada de producción, ya que el promedio de toneladas diarias desechadas en los tendales de secado es de 14 toneladas diarias.

La siguiente tabla contiene las horas de máquinas efectivas o empleadas diariamente en la línea de producción número 3 antes de la mejora y las horas programadas por la jefatura de producción, dichos datos determinan la eficiencia de la línea de producción:

Tabla N° 17: Datos de la dimensión antes de la mejora: Eficiencia

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Eficiencia
Fecha de inicio de recolección de datos	Agosto del 2018
Fecha final de recolección de datos	Noviembre del 2018

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
1	01/08/2018	Pandereta Acanalada	5.57	8	63%
2	02/08/2018	King Kong	4.90	8	50%
3	03/08/2018	Caravista	4.42	4	25%
4	03/08/2018	King Kong	2.51	4	50%
5	04/08/2018	Pandereta Acanalada	3.90	8	38%
6	05/08/2018	Pandereta Acanalada	5.88	8	63%
7	07/08/2018	King Kong	5.78	8	63%
8	08/08/2018	King Kong Caravista	2.38	4	50%
9	08/08/2018	King Kong	2.82	4	50%
10	09/08/2018	King Kong	6.96	8	75%
11	10/08/2018	King Kong	6.34	8	75%
12	11/08/2018	Pandereta Acanalada	4.92	8	50%
13	12/08/2018	Pandereta Acanalada	6.06	8	63%
14	14/08/2018	King Kong 30%	5.61	8	63%
15	15/08/2018	Bloque Hembra - Macho	0.18	2	50%
16	15/08/2018	Bloque L	0.77	2	50%
17	15/08/2018	King Kong	3.99	8	75%
18	16/08/2018	King Kong	7.14	10	60%
19	17/08/2018	Pandereta Acanalada	4.94	8	50%
20	18/08/2018	Pandereta Acanalada	5.29	8	63%
21	19/08/2018	King Kong	5.05	8	50%
22	21/08/2018	King Kong	6.51	8	75%
23	22/08/2018	King Kong	6.33	8	63%
24	23/08/2018	King Kong	6.54	8	75%

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
25	24/08/2018	Pandereta Acanalada	4.01	8	38%
26	25/08/2018	Pandereta Acanalada	5.54	8	63%
27	26/08/2018	King Kong	4.28	8	50%
28	28/08/2018	King Kong	5.18	8	50%
29	29/08/2018	King Kong	6.69	8	75%
30	31/08/2018	Pandereta Acanalada	4.42	8	50%
31	01/09/2018	Pandereta Acanalada	5.61	8	63%
32	04/09/2018	King Kong	8.27	8	88%
33	05/09/2018	King Kong	9.05	8	75%
34	06/09/2018	King Kong	8.29	8	88%
35	07/09/2018	Pandereta Acanalada	2.46	8	25%
36	09/09/2018	Pandereta Acanalada	7.20	8	75%
37	11/09/2018	King Kong	4.90	8	50%
38	12/09/2018	King Kong	7.27	8	75%
39	13/09/2018	King Kong	5.65	8	63%
40	14/09/2018	Pandereta Lisa	3.27	8	38%
41	15/09/2018	Pandereta Acanalada	4.60	8	50%
42	16/09/2018	Pandereta Acanalada	1.71	4	25%
43	16/09/2018	King Kong	2.89	4	50%
44	18/09/2018	King Kong	7.62	8	88%
45	19/09/2018	King Kong 30%	6.33	8	75%
46	20/09/2018	King Kong	7.16	8	75%
47	21/09/2018	Caravista	3.00	4	25%
48	21/09/2018	Pandereta Acanalada	1.15	4	25%
49	22/09/2018	Pandereta Acanalada	3.91	8	38%
50	23/09/2018	King Kong	7.02	8	75%
51	25/09/2018	King Kong	6.79	8	75%
52	26/09/2018	King Kong Caravista	4.76	8	63%
53	27/09/2018	King Kong	6.44	8	75%
54	28/09/2018	Tabique	3.28	8	38%
55	29/09/2018	King Kong	5.15	8	50%
56	30/09/2018	King Kong	6.34	8	63%
57	02/10/2018	Tabique	1.15	4	25%
58	02/10/2018	King Kong	5.06	6	67%
59	03/10/2018	King Kong	8.85	10	80%
60	04/10/2018	King Kong	9.38	10	80%

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
61	05/10/2018	King Kong	7.04	10	60%
62	06/10/2018	King Kong	6.69	10	60%
63	09/10/2018	King Kong	7.69	10	70%
64	10/10/2018	Caravista	3.70	4	25%
65	10/10/2018	King Kong	4.02	6	50%
66	11/10/2018	King Kong	6.61	8	75%
67	12/10/2018	King Kong	6.59	8	75%
68	13/10/2018	Pandereta Lisa	0.16	2	50%
69	13/10/2018	King Kong	5.81	8	63%
70	14/10/2018	King Kong	7.89	10	70%
71	16/10/2018	King Kong	2.19	8	25%
72	17/10/2018	King Kong	5.05	8	50%
73	18/10/2018	King Kong	5.56	8	63%
74	19/10/2018	Pandereta Lisa	3.65	8	38%
75	20/10/2018	King Kong	5.46	8	63%
76	21/10/2018	King Kong	6.76	8	75%
77	23/10/2018	King Kong	5.63	8	63%
78	24/10/2018	King Kong Caravista	0.17	3	33%
79	24/10/2018	King Kong 30%	3.40	5	60%
80	25/10/2018	King Kong Caravista	1.87	4	50%
81	25/10/2018	King Kong	2.09	4	50%
82	26/10/2018	King Kong	5.48	8	63%
83	27/10/2018	King Kong	6.41	8	75%
84	28/10/2018	King Kong	4.40	8	50%
85	30/10/2018	King Kong	6.16	8	63%
86	31/10/2018	Tabique	3.34	8	38%
87	02/11/2018	King Kong	5.68	8	63%
88	03/11/2018	Caravista	2.57	4	25%
89	03/11/2018	King Kong	2.32	4	50%
90	04/11/2018	King Kong	6.16	8	63%

Fuente: Elaboración propia

En Tabla N° 18 y Figura N°19 podemos observar el estado de la eficiencia de la línea 3 antes de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 18: Eficiencia antes de la mejora en la línea 3

Eficiencia	
Agosto	57%
Septiembre	58%
Octubre	56%
Noviembre	50%
Promedio	55%

Fuente: Elaboración propia

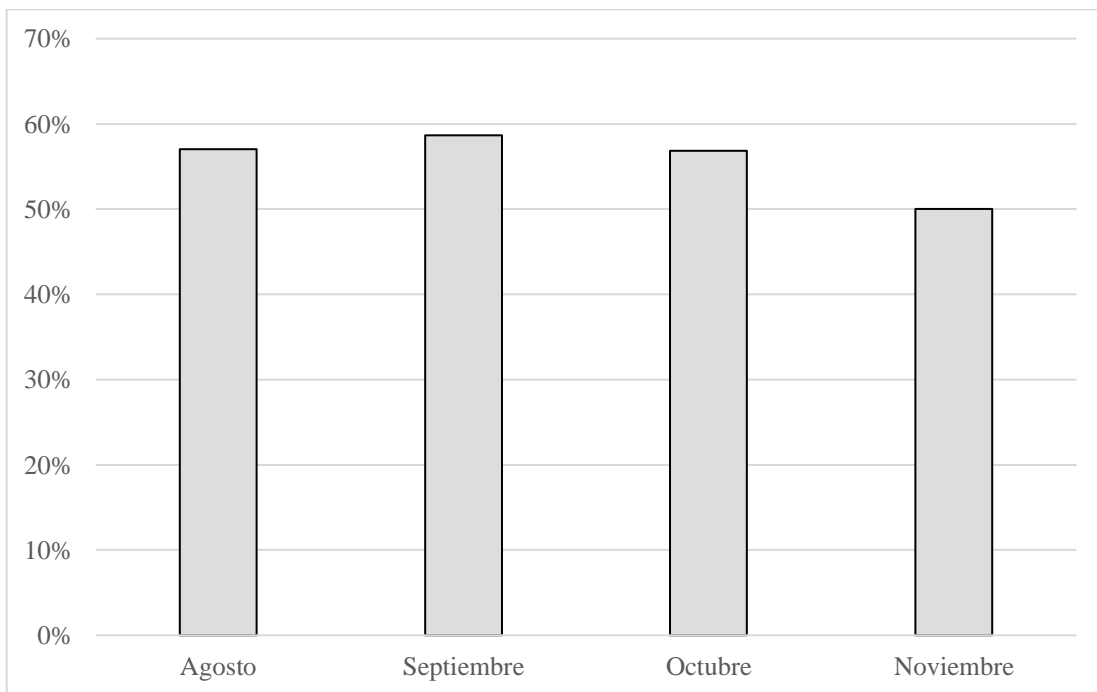


Figura N° 19: Eficiencia antes de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Antes de la mejora la línea número 3 de la empresa Ladrillos Lark tiene una eficiencia del 56%, ya que realiza paradas de producción de entre 2 a 3 horas diarias, lo cual afecta directamente la producción y la productividad de la línea.

En Tabla N° 19, podemos observar el estado de la línea 3 antes de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 19: Productividad antes de la mejora en la línea 3

Productividad	
Agosto	53%
Septiembre	55%
Octubre	51%
Noviembre	47%
Promedio	52%

Fuente: Elaboración propia

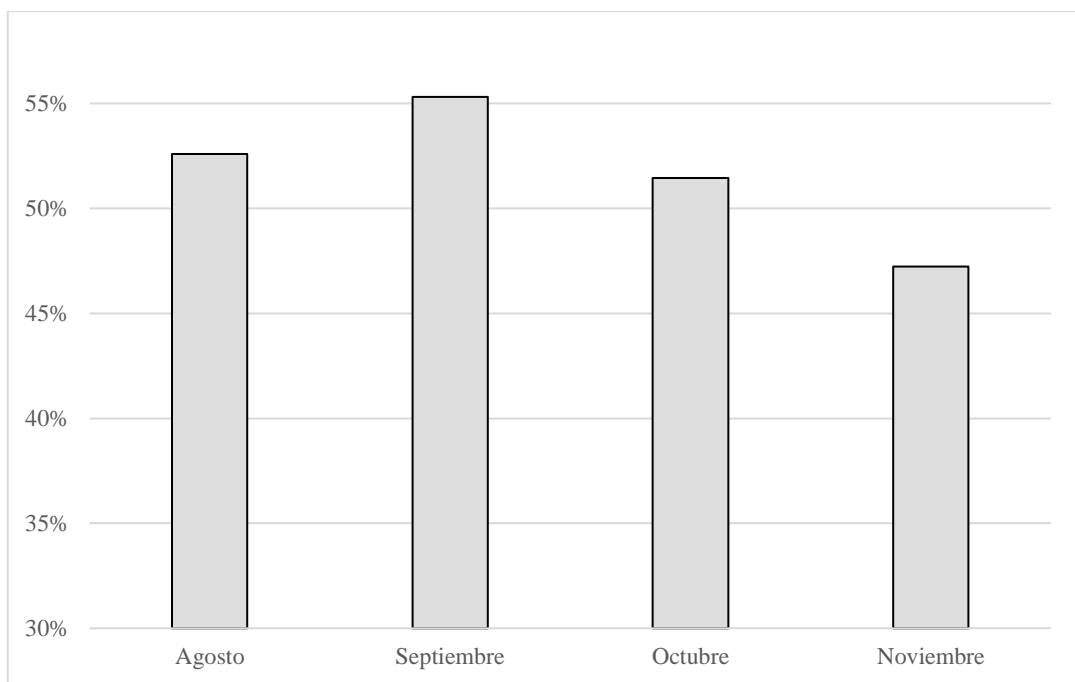


Figura N° 20: Productividad antes de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la línea número 3 de la empresa Ladrillos Lark tiene una productividad de 52%, ya que durante su jornada de trabajo se realizan varias paradas, puesto que el tiempo total de parada diario ha disminuido.

2.5.2. Ejecución de la propuesta de mejora

El Lean Manufacturing constituye un sistema de producción limpia y sin paradas que satisfagan las expectativas solicitadas por el mercado en el que se encuentra la empresa, no solo de manera efímera, sino de manera continua a través del tiempo, manteniendo esa trazabilidad durante el tiempo

Para el presente trabajo de investigación la ejecución de la mejora se realizara en 5 pasos, en la Tabla N° 20 se observa cuáles son los pasos que servirán para poder entender y poder ejecutar de manera óptima la mejora dentro de la empresa:

Tabla N° 20: Pasos para la ejecución de la mejora

PASOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA MEJORA	
1. ANÁLISIS	Identificación, cuantificación de los problemas
2. DISEÑO	Reuniones de trabajo con las áreas involucradas – Eventos Kaizen
	Diseño y elaboración de manuales de procedimientos
3. EJECUCIÓN	Prueba de manuales de procedimientos
4. DIFUSIÓN	Elaboración de formatos A3 para difusión en las áreas implicadas.
5. RESULTADOS	Aprobación e implementación de manuales de procedimientos.

Fuente: Elaboración propia

1. ANÁLISIS

Identificación, cuantificación de los problemas

El proceso de molienda y formado en la producción de ladrillos debe de ser realizado de manera correcta, ya que estos son la base para que los ladrillos sean de calidad y cumplan con los estándares establecidos. Sin embargo dentro del proceso se presentan los siguientes problemas, ver Tabla N°21.

Tabla N° 21: Problemas en el área de molienda y formado 3

Nro.	Problemas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Puntaje	%
P1	Nivel inadecuado de granulometría		1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	9	10%
P2	Desgaste de martillos del molino	1		1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	11	13%
P3	Desgaste de mallas de tamizado	1	1		0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	9	10%
P4	Rotura de cable de corte en la cortadora	1	1	1		1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	12	14%
P5	Falta de procedimientos de trabajo	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13	15%
P6	Desgaste de los moldes	0	0	0	0	0		1	1	0	0	1	0	0	0	1	4	5%
P7	Falta de capacidad de toma de decisiones	0	0	1	0	0	0		1	0	0	0	0	1	0	0	3	3%
P8	Desorden y falta de limpieza	0	0	0	1	0	0	1		0	0	0	1	0	0	1	4	5%
P9	Verificación en masa	0	0	0	1	0	0	1	0		0	0	1	0	0	1	4	5%
P10	Falta de compromiso	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	1	0	0	1	3	3%
P11	Falta de comunicación	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0		1	0	0	1	4	5%
P12	Mala calidad de materia prima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		0	0	1	2	2%
P13	Cambios de materia prima	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		0	1	3	3%
P14	Presencia de polvo	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0		1	3	3%
P15	Uso de materiales peligrosos	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		3	3%
																	87	100%

Fuente: Elaboración propia

2. DISEÑO

- Reuniones de trabajo con las áreas involucradas

Las reuniones realizadas con las áreas involucradas tienen como fin recolectar las ideas del personal involucrado directamente con el proceso productivo, para resolver los problemas encontrados en la empresa, donde se trataran los siguientes temas:

- Paradas de producción
- Baja productividad
- Necesidades del personal

Para obtener como producto final lo necesario para satisfacer las necesidades de las áreas y aumentar la productividad de la línea, es decir, se realizan 2 eventos Kaizen donde se reunieron los participantes dentro de proceso productivo de molienda y formado acompañado del jefe de turno y el jefe de producción, donde se obtendrán como resultados:

- Informes A3
- Manuales de procedimientos

1ra. Reunión

Reunión con el personal que trabaja en el área de molienda.

Temas tratados

Se trataron los temas de los martillos del molino, cambio de mallas de zarandeo y la limpieza dentro del área de trabajo. Donde se explicó cuál es el método de trabajo actual y los cambios e interacción que tiene dentro de la producción es cuando suceden paradas, por la rotura de mallas, rotura de martillos, etc. Del mismo modo, detallan la ausencia de un procedimiento de trabajo establecido en el área de molienda, donde se detalle las actividades que deben realizar diariamente para garantizar una buena producción, a continuación en la Figura N° 21 se adjunta la lista de asistentes al primer evento Kaizen.







EVENTOS KAIZEN	
AREA:	Molienda
TEMAS:	Rotura de mallas Rotura de martillos Baja productividad
FECHA:	26/02/2019
Realizado por:	Cesar Vela
NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
CHRISTOPHER PONCE DE LEÓN	
Jhonny Coron Jarianco	
Alberto Vazquez Tafur	
Pedro Godoy Mendosa.	
Juli Vazquez Ponce	
Ponca Jose Lopez	

Figura N° 21: Asistentes al primer evento Kaizen.

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la 1era. reunión

Como resultado de la primera reunión con el área de molienda se concluye la necesidad de la elaboración de un manual de procedimientos para el área de molienda donde se detallen los pasos establecidos para cumplir con los requerimientos de producción y cumplir con los estándares (Ver Figura N° 22, 23,24 y 25).

**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN
DE MALLAS Y MARTILLOS**

Emitió: Cesar Vela Valqui	Revisó: Jefe de turno	Aprobó: Jefe de Producción
------------------------------	--------------------------	-------------------------------



**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE MALLAS Y MARTILLOS EN EL
PROCESO DE MOLIENDA**

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Cesar Vela Valqui	Jefe de turno	Jefe de Producción

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de molienda

Figura N° 22: Procedimiento de molienda

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE MALLAS

1. OBJETO:

Establecer controles para el manejo del proceso de molienda y evitar el uso incorrecto de mallas en las zarandas.

2. ALCANCE:

Este procedimiento es accesible para los operadores y auxiliares de molienda en el proceso de molienda, comprendida desde la distribución entre las tolvas, hasta los silos de almacenamiento

3. RESPONSABILIDADES:

Es responsabilidad del Jefe de Turno el cumplimiento de este procedimiento y difundirlo entre todo el personal de producción, es responsabilidad del Operador de Molienda la correcta distribución y colocación de mallas en las zarandas de la molienda de materia prima (tierra y arcilla) y es responsabilidad del Operador de Formado verificar las condiciones de la materia entregada.

4. PROCEDIMIENTO:

- 4.1. Por parte del Operario de Molienda verificar la recepción la materia prima de las tolvas de abastecimiento de Materia Prima confirmando el Control de Proceso de Molienda, verificar el estado y medidas necesarias de las mallas colocadas en las zarandas 1 y 2, y por ultimo observar la distribución de la materia prima, a los silos de las líneas de producción, según la orden de producción entregada por Jefe de Producción.
- 4.2. Determinar el porcentaje de peso y arcilla tomado como muestra el peso de arcilla y tierra en un metro de faja. Se debe realizar el pesado respectivo y de acuerdo a ello regular la compuerta en las tolvas de tierra y arcilla. Se debe de retirar un metro de arcilla y uno de tierra en sacos, para luego ser pesados. Luego de pesarlo debe dividirse el peso de cada saco entre el peso total de los 2. (Peso de la tierra o arcilla / peso total)
- 4.3. Por parte del ayudante de molienda debe realizar desquinche el silo evitando el material húmedo provoque que en silo la materia ya mezclada y almacenada no fluya el material correctamente hacia la alimentación de la amasadora y solucionar el problema. Debe de detenerse la línea y vaciar los silos de abastecimientos y con ayuda de una lanza de 5 metros limpiar las paredes de todo el silo.
- 4.4. En el caso de KK y KK-30%, la distribución de mallas en la zaranda 1 de la molienda debe de trabajar con 2 paños de mallas de 1/8 pulg. y un paño de malla 3/16 pulg. y la

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de molienda

Figura N° 23: Procedimiento de molienda

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE MALLAS

- zaranda 2 de la molienda debe de trabajar 2 paños de mallas de 1/4 pulg. y un paño de malla 3/16 pulg.
- 4.5. En el caso de PD y PD-ACA realizar el cambio de mallas en la zaranda 2 de la molienda debe de trabajar 3 paños de malla 3/16 pulg.
 - 4.6. El operario de molienda para producciones de ladrillos especiales (CV, KK CV, TABIQUE) debe realizar el cambio de mallas en la zaranda 2 de la molienda debe de trabajar con 2 paños de mallas de 3/16 pulg. y un paño de malla 1/8 pulg.
 - 4.7. El operario y ayudante para el cambio de mallas deben de desenrollar el rollo de malla a usar, que tiene de ancho un 1m y se corta a las siguientes medida de largo 1.53m. Se realiza un pequeño dobléz en los extremos para la sujeción de esta en la zaranda. Para mallas de 1/8 se realiza el dobléz a 7 cuadrados del extremo y para las mallas de 3/16, 5 cuadrados del extremo.
 - 4.8. El ayudante de molienda debe de verificar y revisar por ventana del molino el estado de los martillos cada vez que sea necesario constantemente, ya que al tener arcillas duras tiende trabajar con más fuerza estos martillos durante el proceso.
 - 4.9. El Operario de Molienda al recibir una orden de cambio de producto en la producción debe de realizar el cambio de mallas en las zarandas con 3 horas de anticipación, vaciar los silos de almacenamiento y realizar un desquinchamiento de las paredes de estos.
 - 4.10. El operador de molienda y su ayudante deben de voltear los martillos del molino cada 200 horas de trabajo y cambiarlos completamente a las 300 horas de uso constante.
 - 4.11. Realizar la prueba de granulometría, para verificar el porcentaje de granulometría presente en la mezcla es el indicado. Se toma una muestra de 3 kg., el cual es tamizado en 3 niveles; nivel 1 (malla 1/8), nivel 2 (3/16), nivel 3 (1/16). Donde los gramos que se obtengan del tamizado serán divididas entre el total de la muestra (X gramos/ total de la muestra)

5. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD:

- 5.1. El operario y ayudante de molienda deben de realizar sus operaciones diarias usando los siguientes EPP'S:
 - Casco
 - Botas de seguridad
 - Guantes
 - Respiradores

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de molienda

Figura N° 24: Procedimiento de molienda

Fuente: Elaboración propia

**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN
DE MALLAS**

- Uniforme
- Tapones auditivos
- Lentes de seguridad

5.2. El operario y ayudante de molienda deben de realizar cualquier tipo de trabajo correctico con las totalmente apagadas y con los botones de parada de emergencia presionados.

6. ASPECTOS AMBIENTALES:

- 6.1. Mantener el área de trabajo limpia y ordenada durante su turno de trabajo.
- 6.2. Tener activo el colector de polvos para evitar expansión de polvo al ambiente
- 6.3. Todos los residuos sólidos, peligro u otro debe de ser clasificado y desechado en su respectivo recipiente.
- 6.4. Al final de cada turno el operario y ayudante de molienda deben de realizar una limpieza completa del área
- 6.5. Estar protegidos por toda la jornada con respiradores

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- 7.1. Control de proceso de molienda
- 7.2. Reporte diario de abastecimiento de materia prima

8. REFERENCIAS:

- 8.1. PR.JP.01.FO-REV.0_Control de proceso de molienda
- 8.2. PR.JP.02.FO-REV.0_Reporte diario de abastecimiento de materia prima

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de molienda

Figura N° 25: Procedimiento de molienda

Fuente: Elaboración propia

2da. Reunión

Reunión con el personal que trabaja en el área de molienda.

Temas tratados

Reunión con el personal que trabaja en el área de formado, donde se trataron los temas de los rotura de cables de corte, paradas de producción y la limpie dentro del área de trabajo. Donde se explica cuál es el método de trabajo actual y los cambios e interacción que tiene dentro de la producción es cuando suceden paradas, por la rotura de cables de corte, corrección de moldes o cambio de estos, ya que reciben del proceso de molienda una carga con nivel de granulometría variado, etc. Del mismo modo, detallan que no cuentan con un procedimiento de trabajo donde se detalle las actividades que deben realizar diariamente para garantizar una buena producción, a continuación Figura N° 26 se adjunta la lista de asistentes al segundo evento Kaizen.

EVENTOS KAIZEN	
AREA:	Formado 3
TEMAS:	Rotura de alambre de corte Parada de producción Baja productividad
FECHA:	08/03/2019
NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA
Garcera Angarado Rocanegra	[Firma]
Nicolás Yarcotianpa Díaz	[Firma]
Alberto Montoya	[Firma]
Correa Avalos Sara Lina	[Firma]
Chavez Flores Jose Edward	[Firma]
Saulino Antonio Blas Astocandor	[Firma]
ZELADA LUJAN CRISTIAN DAVID	[Firma]

Figura N° 26: Asistentes al segundo evento Kaizen.


Fuente: Elaboración propia

Resultados de la 2da. Reunión

Como resultado de la primera reunión con el área de formado se concluye la necesidad de la elaboración de un manual de procedimientos para el área de formado donde se detallen los

pasos establecidos para cumplir con los requerimientos de producción y cumplir con los estándares (Ver Figura N° 27, 28 y 29).

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN CABLES DE CORTE		
Emitió: Cesar Vela Valqui	Revisó: Jefe de turno	Aprobó: Jefe de Producción



LADRILLOS
LARK
CALIDAD QUE SE IMPONE

**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE CABLES DE CORTE EN EL AREA
DE FORMADO**

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Cesar Vela Valqui	Jefe de turno	Jefe de Producción

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de Formado

Figura N° 27: Procedimiento de Formado

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE CABLES DE CORTE

1. OBJETO:

Establecer controles para el manejo del proceso de formado y evitar el uso incorrecto de cables de corte.

2. ALCANCE:

Este procedimiento es accesible para los operadores y ayudantes en el proceso de formado, comprendida desde la distribución entre las recepción de la mezcla de materia prima, hasta el transporte a los almacenes de productos en proceso.

3. RESPONSABILIDADES:

Es responsabilidad del Jefe de Turno el cumplimiento de este procedimiento y difundirlo entre todo el personal de producción, es responsabilidad del Operador de Formado la correcta distribución y colocación de cables de corte, a la medida correcta, el operador de Formado verificar las condiciones de la materia recepcionada.

4. PROCEDIMIENTO:

- 4.1. Los cables de corte usados en las cortadoras deben ser cambiados en su totalidad, si existe la rotura de 1 de los cables, se deben de cambiar el juego completo.
- 4.2. Los cables de corte deben de ser cambiados al iniciar el turno, después del refrigerio y deben ser retirados al finalizar el turno.
- 4.3. Para ladrillo Pandereta lisa y Pandereta acanalada el grosor del alambra debe ser de 1.3 mm.
- 4.4. Para ladrillo King Kong Estándar, Caravista, King Kong 30%, tabique y otros el grosor del alambra debe ser de 1.5 mm.
- 4.5. Los cables deben de estar pre cortados a las medidas necesarias para su correcta y rápida instalación.
- 4.6. Realizar cada hora el pesaje y medir las dimensiones de 6 ladrillos escogidos al hacer y dejar secar a temperatura ambiente.
- 4.7. Dejar su área limpia y ordenada al finalizar su turno.
- 4.8. Registrar todas las incidencias en el reporte interno de producción.

5. PRECAUCIONES DE SALUD Y SEGURIDAD:

- 5.1. El operario y ayudante de molienda deben de realizar sus operaciones diarias usando los siguientes EPP'S:
 - Casco
 - Botas de seguridad

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de formado

Figura N° 28: Procedimiento de Formado

Fuente: Elaboración propia

**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN
DE CABLES DE CORTE**

- Guantes
- Respiradores
- Uniforme
- Tapones auditivos
- Lentes de seguridad

5.2. El operario y ayudante de molienda deben de realizar cualquier tipo de trabajo correctico con las totalmente apagadas y con los botones de parada de emergencia presionados.

6. ASPECTOS AMBIENTALES:

- 6.1. Mantener el área de trabajo limpia y ordenada durante su turno de trabajo.
- 6.2. Tener activo el colector de polvos para evitar expansión de polvo al ambiente
- 6.3. Todos los residuos sólidos, peligro u otro debe de ser clasificado y desechado en su respectivo recipiente.
- 6.4. Al final de cada turno el operario y ayudante de molienda deben de realizar una limpieza completa del área
- 6.5. Estar protegidos por toda la jornada con respiradores

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- 7.1. Control de proceso de formado 3
- 7.2. Reporte diario de producción a tendales

8. REFERENCIAS:

- 8.1. PR.JP.01.FO-REV.0_Control de proceso de formado 3
- 8.2. PR.JP.02.FO-REV.0_Reporte diario de producción a tendales

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de formado

Figura N° 29: Procedimiento de Formado

Fuente: Elaboración propia

3. EJECUCIÓN

Después de escuchar las necesidades de producción en los 2 eventos Kaizen realizados, en una reunión con los jefes de turno y producción, se concluye que la elaboración manuales de procedimiento en las áreas de molienda y formado son necesarios para garantizar la calidad de nuestros ladrillos de manera idónea a través del tiempo.

Estos manuales de procedimientos contienen los pasos que deben cumplir los operarios de las áreas al inicio de su producción, durante y al final de su turno de trabajo. Del mismo modo estos manuales contemplan las necesidades de producción, cuales son probados en el proceso productivo.

- Prueba de manual de procedimiento de molienda

En la Figura N° 30 se observa los resultados de la prueba realizada con los manuales de procedimientos en las áreas de molienda se realizaron la medición de las paradas, con el fin de comparar y contrastar si la implementación de este manual ayuda a disminuir las paradas no programadas, se obtuvo lo siguiente:

PROCESO DE MOLIENDA			
	FECHA	PARADAS DE PRODUCCION	TIEMPO PROMEDIO (min)
DIA 1	01/04/2019	2	20
DIA 2	02/04/2019	1	17
DIA 3	03/04/2019	3	15
DIA 4	04/04/2019	2	18
DIA 5	05/04/2019	2	17
DIA 6	06/04/2019	2	13
DIA 7	08/04/2019	1	23
PROMEDIO		2	18

Figura N° 30: Prueba de manuales de procedimiento en molienda

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en el área de molienda fueron de 2 paradas durante un turno de 8 horas, anteriormente las paradas en esta área eran de 6-7 horas con un promedio de 30 minutos aproximadamente, lo cual afirma que los manuales diseñados son correctos.

- **Prueba de manual de procedimiento de formado**

En la Figura N° 31 se observa los resultados la prueba de una semana en el proceso de formado, donde se evaluara la frecuencia de paradas por rotura y cambio de cables de corte dentro de un turno de 8 horas de trabajo, los cuales tuvieron un resultado positivo en el área de formado, como un promedio de 2 paradas de 15 minutos cada una.

PROCESO DE MOLIENDA			
	FECHA	PARADAS DE PRODUCCION	TIEMPO PROMEDIO (min)
DIA 1	01/04/2019	2	15
DIA 2	02/04/2019	1	10
DIA 3	03/04/2019	1	15
DIA 4	04/04/2019	2	12
DIA 5	05/04/2019	2	17
DIA 6	06/04/2019	2	15
DIA 7	08/04/2019	1	18
PROMEDIO		2	15

Figura N° 31: Prueba de manuales de procedimiento en molienda

Fuente: Elaboración propia

4. DIFUSIÓN

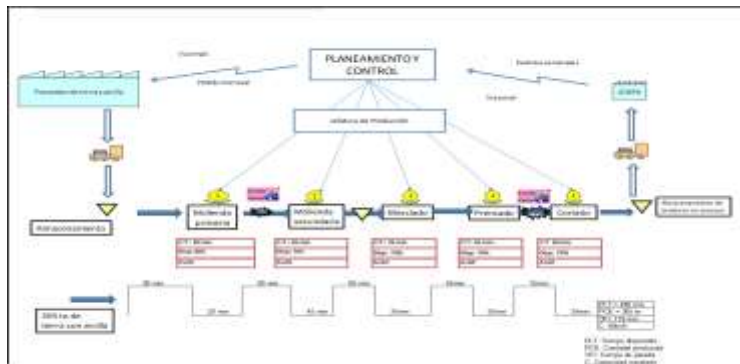
- **Elaboración de formatos A3**

En la Figura N° 32, se puede observar los resultados de obtenidos durante la implementación de la mejora en la línea de producción 3, plasmados en informes A3, los cuales se presentaron a la jefatura de producción, donde se observa la evolución de la productividad, sirviendo como herramienta de difusión de los resultados de la ejecución de la mejora dentro la línea de producción.

INFORME - A3 - LINEA DE PRODUCCION N° 3

Organización: LADRILLOS LARK

1º - DEFINIR LA SITUACIÓN DEL PROBLEMA - EVALUACIÓN -



Situación del problema - Evaluación - Después de observar y evaluar el flujo de la línea de producción número 3, se observa que la abundancia de paradas no programadas llegan a ser de casa 3 horas (179min). Por lo cual se necesita una interacción inmediata en los procesos de molienda y formado.

2º TRABAJO CON EL PROBLEMA - ANÁLISIS -

Matriz de ocurrencia de problemas

Nº	Problemas	Meses												Frecuencia	%	
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
01	Nivel excesivo de programación	1													1	10%
02	Desgaste de martillo del molino	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
03	Desgaste de ruedas de tracción	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
04	Rotura de cables de como en la corredera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
05	Falta de programación de trabajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
06	Desgaste de los apilados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
07	Falta de seguridad de freno de dirección	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
08	Desordenes y falta de limpieza	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
09	Verificación de estado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
10	Falta de competencias	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
11	Falta de comunicaciones	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
12	Baja calidad de materia prima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
13	Cambios de última hora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
14	Procesos de ajuste	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
15	Uso de materiales peligrosos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	15%
															17	100%

Fuente: Elaboración propia

Trabajo con el Problema - Análisis - : Se ha detectado que la falta de procedimientos o estándares que deben de cumplir los operadores en el proceso de molienda y formado contribuye a la baja productividad de esta línea.

Causas más probables:
Nivel inadecuado de granulometría en los productos

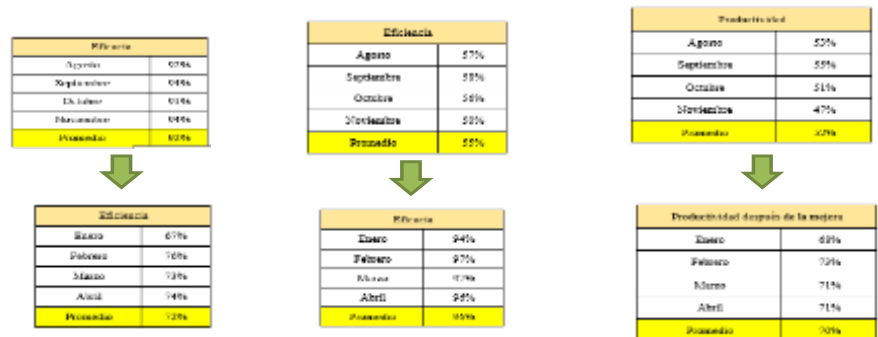
Realizado por: Cesar Vela

3º. PLANES DE ACCIÓN PARA CORREGIR PROBLEMAS - DECISIÓN -

Acción	Plazo	Responsable	Programa de Acción
Análisis de la raíz del problema	Corto	Cesar Vela	Inmediato
Reuniones y eventos kaizen	Corto	Cesar Vela	Inmediato
Implementación de manuales de procedimientos	Medio	Cesar Vela	3 semanas

Plan de acción - Decisión - :
 - Elaborar, probar, ajustar e implementar manuales de procedimientos en las áreas de formado y molienda en la línea de producción N° 3.

4º - RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD -



RESULTADOS DE LA MEJORA - : Después de realizar las mejoras, los recálculos diarios han permitido al departamento de producción tener un mayor control actualizado del flujo productivo en la línea 3.

RESULTADOS:
 - Se ha aumentado en un 18% la productividad de la línea 3.
 - Reducción significativa un beneficio de S/ 402,080 .

5º - PASOS FUTUROS - ANALISIS DE OPORTUNIDAD -

- * Dentro de un proceso Lean las mejoras deben estar continuamente en marcha.
- * Realizar un nuevo análisis del flujo de información para comprobar estado actual.
- * Seguir comprobando otras actividades que pueden retrasar el flujo de producción
- * Trabajar de manera conjunta con el departamento de mantenimiento
- * Estandarización de los demás procesos

Figura N° 32: Formato A3 presentado a la Jefatura de Producción

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 33, se observa el Informe A3 el cual es de difusión dentro del área de molienda, donde se observa los el seguimiento de la implementación de la mejora en la línea 3.

INFORME A3	
<p>1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</p> <p>Paradas de producción por rotura constante de cables</p> <p>Desorden y falta de limpieza</p>	<p>5 PROPUESTAS DE MEJORA</p> <p>Elaboración de manuales de procedimientos para él la selección y cambio de cables de corte.</p> <p>Elaboración programas y horarios de limpieza que deben de cumplir los operarios</p>
<p>2 SITUACIÓN ACTUAL</p> <p>El cambio de cables de cortes son realizados frecuentemente, es decir, la cortadora tiene 5 cables de corte, si se rompe 1, lo que se realiza es cambiar solo el cable que se ha roto.</p>	<p>6 PLAN DE ACCIÓN</p> <p>Reunión con jefes de turno y el jefe de producción.</p> <p>Realización de reuniones o eventos Kaizen</p> <p>Prueba de los manuales de procedimientos</p>
<p>3 ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ</p> <p>La fricción que realiza el cable de corte y la abundancia de granulometría inadecuada en los ladrillos.</p> <p>La causa de la rotura es la colocación de cable de medidas inferiores a las adecuadas con las que debe trabajar cada tipo de ladrillos.</p>	<p>7 SEGUIMIENTO Y RESULTADOS</p> <p>Eliminación de paradas no programadas de producción.</p> <p>Aumentar la productividad de la línea.</p> <p>Mejorar la calidad de nuestros productos.</p>
<p>4 OBJETIVOS</p> <p>Evitar las paradas de producción y producir un ladrillo de calidad, que cumpla las necesidades del mercado (medida, peso, etc.)</p>	

Figura N° 33: Formato A3 elaborado para proceso de molienda.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 34, se observa el Informe A3 el cual es de difusión dentro del área de formado, donde se observa los el seguimiento de la implementación de la mejora en la línea 3.

INFORME A3	
<p>1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</p> <p>Rotura de martillos Desgaste y roturas de malla de tamizado Desorden y falta de limpieza</p>	<p>5 PROPUESTAS DE MEJORA</p> <p>Elaboración de manuales de procedimientos para el cambio de mallas. Elaboración de manuales de procedimientos para la inspección y cambio de martillos.</p>
<p>2 SITUACIÓN ACTUAL</p> <p>La revisión y cambio de mallas se realiza cuando ocurre un desbalance en la granulometría en la producción.</p> <p>El cambio de martillos se realizada cuando ocurre una rotura.</p>	<p>6 PLAN DE ACCIÓN</p> <p>Reunión con jefes de turno y el jefe de producción. Realización de reuniones o eventos Kaizen Prueba de los manuales de procedimientos</p>
<p>3 ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ</p> <p>La falta de supervisión de los operadores del área de molienda, ya que las mallas son desgastadas por la vibración de la máquina.</p> <p>La rotura de martillos es ocasionado por la presencia de objetos extraños al proceso, los cuales no son filtrados por las mallas.</p>	<p>7 SEGUIMIENTO Y RESULTADOS</p> <p>Eliminación de paradas no programadas de producción. Aumentar la productividad de la línea. Mejorar la calidad de nuestros productos.</p>
<p>4 OBJETIVOS</p> <p>Evitar las paradas de producción y producir un ladrillo de calidad, que cumpla las necesidades del mercado</p>	


Figura N° 34: Formato A3 elaborado para proceso de formado

Fuente: Elaboración propia

5. RESULTADOS

Finalmente después de ejecutar la prueba y realizar ajustes a los manuales de procedimientos para las áreas de molienda y formado, se presentan para su aprobación correspondiente. Ya que cumplen con los requisitos solicitados por la empresa y contribuyen al aumento de la productividad de las líneas (Ver Figura N° 35 y Figura N° 36).

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE MALLAS Y MARTILLOS		
Emitió: Cesar Vela Valqui	Revisó: Jefe de turno	Aprobó: Jefe de Producción



PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE MALLAS Y MARTILLOS EN EL PROCESO DE MOLIENDA

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Cesar Vela Valqui	Jefe de turno	Jefe de Producción

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de molienda

Figura N° 35: Manual de procedimiento de molienda aprobado

Fuente: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN CABLES DE CORTE		
Emitió: Cesar Vela Valqui	Revisó: Jefe de turno	Aprobó: Jefe de Producción



LADRILLOS
LARK
CALIDAD QUE SE IMPONE

**PROCEDIMIENTO DE CAMBIO Y/O REVISIÓN DE CABLES DE CORTE EN EL AREA
DE FORMADO**

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Cesar Vela Valqui	Jefe de turno	Jefe de Producción

PR.JP.01.PR-Rev.0_Procedimiento de Formado

Figura N° 36: Manual de procedimiento de formado aprobado

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Situación después de la mejora

En la Figura N° 37 se puede observar el VSM de la línea 3 después de la implementación de la mejora, la cual produce un promedio 374 toneladas en un turno de trabajo de 480 minutos (8horas), con un tiempo de parada de 110 min.

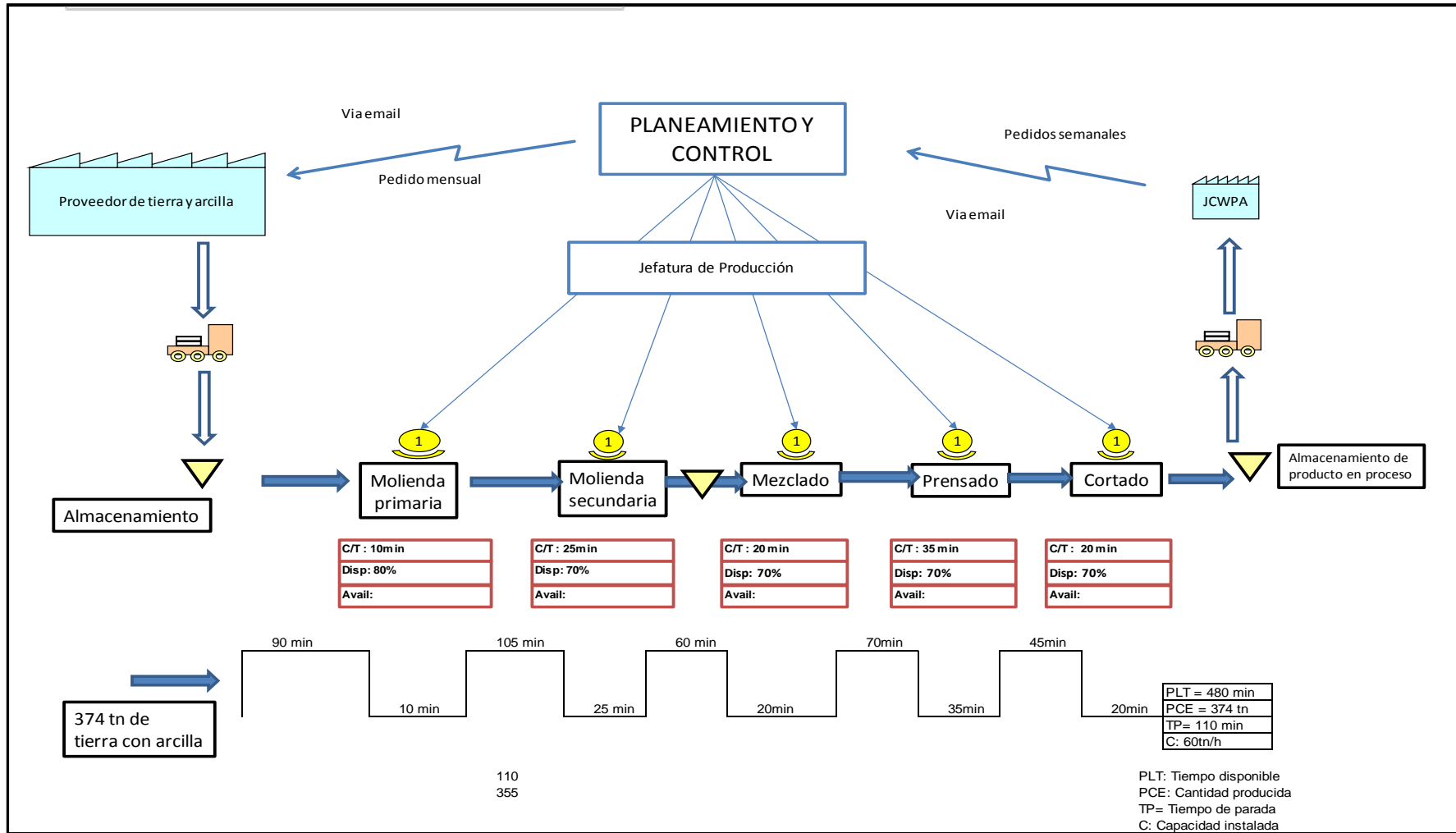


Figura N° 37: VSM de la línea 3 después de la mejora

Fuente: Ladrillos Lark

2.5.3.1. Lean Manufacturing después de la mejora

La Tabla N°22 presentada a continuación contiene los datos recolectados de la línea de producción número 3 después de la mejora, dichos datos ayudan a evaluar el Tack time o tiempo medio de la producción diaria de ladrillos durante el primer turno:

Tabla N° 22: Datos de la dimensión después de la mejora: Kaizen

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Kaizen
Indicador	Tack Time
Fecha de inicio de recolección de datos	Enero del 2019
Fecha final de recolección de datos	Abril del 2019

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
1	31/01/2019	Pandereta Lisa	28800	322	75
2	01/02/2019	Bloque Hembra - Macho	28800	383	63
3	02/02/2019	King Kong Caravista	28800	345	70
4	03/02/2019	Bloque L	28800	435	55
5	04/02/2019	TABIQUE	28800	378	63
6	05/02/2019	Pandereta Acanalada	28800	379	63
7	06/02/2019	Pandereta Acanalada	28800	392	61
8	07/02/2019	King Kong Caravista	28800	323	74
9	08/02/2019	King Kong	36000	454	66
10	09/02/2019	King Kong	28800	357	67
11	10/02/2019	King Kong	36000	380	79
12	11/02/2019	King Kong Caravista	36000	368	82
13	12/02/2019	Pandereta Acanalada	36000	426	70
14	13/02/2019	Caravista	28800	428	56
15	14/02/2019	King Kong	28800	450	53
16	15/02/2019	King Kong	36000	479	63
17	16/02/2019	King Kong	36000	408	74
18	17/02/2019	Caravista	28800	443	54
19	18/02/2019	TABIQUE	36000	451	67
20	19/02/2019	Pandereta Lisa	28800	371	65
21	20/02/2019	TABIQUE	36000	376	80
22	21/02/2019	King Kong 30%	36000	373	80

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
23	22/02/2019	Pandereta Lisa	28800	406	59
24	23/02/2019	Caravista	36000	395	76
25	24/02/2019	Pandereta Acanalada	28800	363	66
26	25/02/2019	Pandereta Acanalada	28800	348	69
27	26/02/2019	King Kong	36000	420	71
28	27/02/2019	Pandereta Acanalada	28800	335	72
29	28/02/2019	King Kong	28800	396	61
30	01/03/2019	King Kong	36000	494	61
31	02/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	358	67
32	03/03/2019	Caravista	36000	440	68
33	04/03/2019	King Kong	36000	473	63
34	05/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	349	69
35	06/03/2019	Pandereta	28800	359	67
36	07/03/2019	King Kong Caravista	36000	402	75
37	08/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	314	76
38	09/03/2019	King Kong	36000	397	76
39	10/03/2019	King Kong	28800	324	74
40	11/03/2019	King Kong	28800	330	73
41	12/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	386	62
42	13/03/2019	King Kong	28800	398	60
43	14/03/2019	King Kong	36000	358	84
44	15/03/2019	King Kong	28800	437	55
45	16/03/2019	Pandereta Acanalada	36000	421	71
46	17/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	362	66
47	18/03/2019	King Kong	36000	496	60
48	19/03/2019	King Kong	36000	428	70
49	20/03/2019	King Kong	36000	385	78
50	21/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	399	60
51	22/03/2019	King Kong	28800	343	70
52	23/03/2019	King Kong 30%	36000	441	68
53	24/03/2019	King Kong	28800	373	64
54	25/03/2019	King Kong	36000	407	74
55	26/03/2019	King Kong	36000	366	82
56	27/03/2019	King Kong	36000	386	78
57	28/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	441	54
58	29/03/2019	Pandereta Acanalada	28800	308	78

N°	Fecha	Producto	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)
59	30/03/2019	King Kong	36000	490	61
60	31/03/2019	King Kong	36000	412	73
61	01/04/2019	King Kong	28800	444	54
62	02/04/2019	King Kong 30%	28800	314	76
63	03/04/2019	King Kong	28800	345	70
64	04/04/2019	King Kong	28800	375	64
65	05/04/2019	King Kong	36000	383	78
66	06/04/2019	King Kong	28800	352	68
67	07/04/2019	King Kong	28800	318	75
68	08/04/2019	King Kong	36000	483	62
69	09/04/2019	King Kong	28800	420	57
70	10/04/2019	King Kong	28800	454	53
71	11/04/2019	King Kong	36000	362	83
72	12/04/2019	King Kong	28800	331	73
73	13/04/2019	King Kong	28800	341	70
74	14/04/2019	King Kong	36000	380	79
75	15/04/2019	King Kong	36000	412	73
76	16/04/2019	King Kong	36000	398	75
77	17/04/2019	King Kong	28800	438	55
78	18/04/2019	King Kong	28800	404	59
79	19/04/2019	King Kong	28800	392	61
80	20/04/2019	Pandereta Acanalada	36000	446	67
81	21/04/2019	King Kong	28800	384	63
82	22/04/2019	King Kong	36000	428	70
83	23/04/2019	King Kong	36000	410	73
84	24/04/2019	King Kong	36000	385	78
85	25/04/2019	King Kong	28800	377	64
86	26/04/2019	King Kong	36000	409	73
87	27/04/2019	King Kong	28800	313	77
88	28/04/2019	King Kong	36000	367	82
89	29/04/2019	King Kong	28800	338	71
90	30/04/2019	King Kong	28800	365	66

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°23 y la Figura N° 38, se puede observar los resultados correspondientes al Tack Time obtenidos después de la mejora en la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark con un promedio 84 s/t.

Tabla N° 23: Tack time después de la mejora en la línea 3

Tack Time	
Enero	89 s
Febrero	81 s
Marzo	83 s
Abril	83 s
Promedio	84 s

Fuente: Elaboración propia

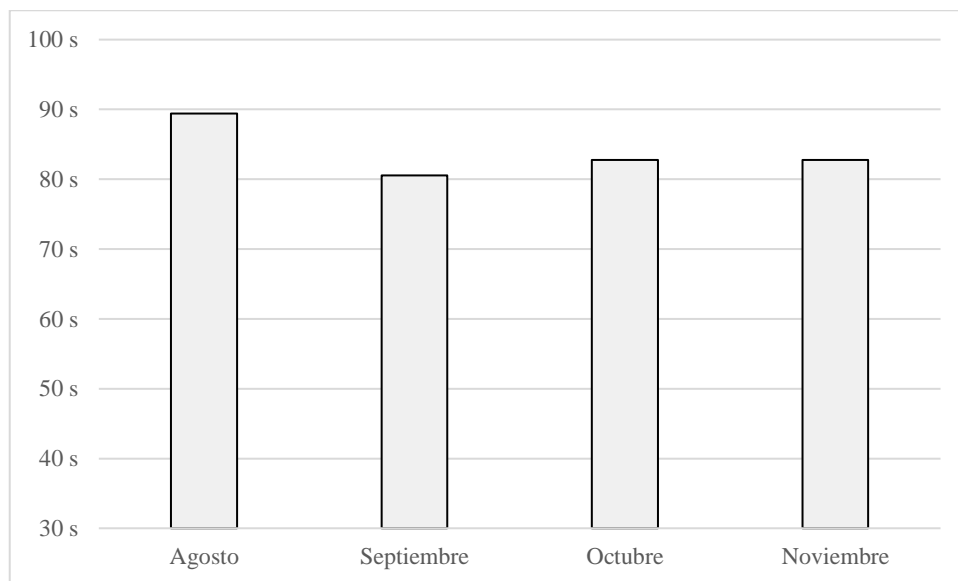


Figura N° 38: Tack Time después de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

El promedio Tack time de la línea 3 después de la mejora es de 84 s/t, sin embargo, lo ideal para esta línea de producción es tener un Tack Time de 60 s/t, ya que la prensas de extracción usadas actualmente son de una capacidad de 60 toneladas por hora.

La Tabla N°24 contiene los minutos totales de paradas de la línea de producción número 3 después de la mejora, dichos datos ayudan a evaluar el tiempo medio de paradas que realiza la línea durante su jornada de trabajo:

Tabla N° 24: Datos de la dimensión después de la mejora: Despilfarro

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Despilfarro
Indicador	Tiempo medio de falla - MTTF
Fecha de inicio de recolección de datos	Enero del 2019
Fecha final de recolección de datos	Abril del 2019

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
1	31/01/2019	158	5	32
2	01/02/2019	97	4	24
3	02/02/2019	135	5	27
4	03/02/2019	45	7	6
5	04/02/2019	102	4	26
6	05/02/2019	101	7	14
7	06/02/2019	88	7	13
8	07/02/2019	157	4	39
9	08/02/2019	146	6	24
10	09/02/2019	123	4	31
11	10/02/2019	220	6	37
12	11/02/2019	232	6	39
13	12/02/2019	174	5	35
14	13/02/2019	52	5	10
15	14/02/2019	30	5	6
16	15/02/2019	121	6	20
17	16/02/2019	192	5	38
18	17/02/2019	37	6	6
19	18/02/2019	149	7	21
20	19/02/2019	109	5	22
21	20/02/2019	224	4	56
22	21/02/2019	227	7	32
23	22/02/2019	74	7	11
24	23/02/2019	205	7	29

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
25	24/02/2019	117	4	29
26	25/02/2019	132	4	33
27	26/02/2019	180	7	26
28	27/02/2019	145	4	36
29	28/02/2019	84	4	21
30	01/03/2019	106	5	21
31	02/03/2019	122	6	20
32	03/03/2019	160	5	32
33	04/03/2019	127	7	18
34	05/03/2019	131	4	33
35	06/03/2019	121	4	30
36	07/03/2019	198	6	33
37	08/03/2019	166	4	42
38	09/03/2019	203	5	41
39	10/03/2019	156	5	31
40	11/03/2019	150	6	25
41	12/03/2019	94	6	16
42	13/03/2019	82	5	16
43	14/03/2019	242	4	61
44	15/03/2019	43	7	6
45	16/03/2019	179	6	30
46	17/03/2019	118	6	20
47	18/03/2019	104	7	15
48	19/03/2019	172	4	43
49	20/03/2019	215	4	54
50	21/03/2019	81	6	14
51	22/03/2019	137	4	34
52	23/03/2019	159	7	23
53	24/03/2019	107	7	15
54	25/03/2019	193	4	48
55	26/03/2019	234	7	33
56	27/03/2019	214	6	36
57	28/03/2019	39	6	7
58	29/03/2019	172	5	34
59	30/03/2019	110	4	28
60	31/03/2019	188	4	47
61	01/04/2019	36	5	7

N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de fallas	MTTF (min / falla)
62	02/04/2019	166	4	42
63	03/04/2019	135	5	27
64	04/04/2019	105	5	21
65	05/04/2019	217	6	36
66	06/04/2019	128	6	21
67	07/04/2019	162	7	23
68	08/04/2019	117	4	29
69	09/04/2019	60	7	9
70	10/04/2019	26	5	5
71	11/04/2019	238	5	48
72	12/04/2019	149	6	25
73	13/04/2019	139	5	28
74	14/04/2019	220	7	31
75	15/04/2019	188	6	31
76	16/04/2019	202	6	34
77	17/04/2019	42	7	6
78	18/04/2019	76	5	15
79	19/04/2019	88	4	22
80	20/04/2019	154	6	26
81	21/04/2019	96	7	14
82	22/04/2019	172	7	25
83	23/04/2019	190	4	48
84	24/04/2019	215	5	43
85	25/04/2019	103	4	26
86	26/04/2019	191	7	27
87	27/04/2019	167	4	42
88	28/04/2019	233	7	33
89	29/04/2019	142	6	24
90	30/04/2019	115	4	29

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°25 y la Figura N° 39, se puede observar los resultados correspondientes al tiempo promedio de paradas obtenidos después de la mejora en la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark con un promedio 28.18 minutos.

Tabla N° 25: Tiempo promedio de falla después de la mejora en la línea 3

Tiempo promedio de falla		
Enero	6	31.60
Febrero	4	25.44
Marzo	5	29.17
Abril	4	26.51
Promedio	5	28.18 min

Fuente: Elaboración propia

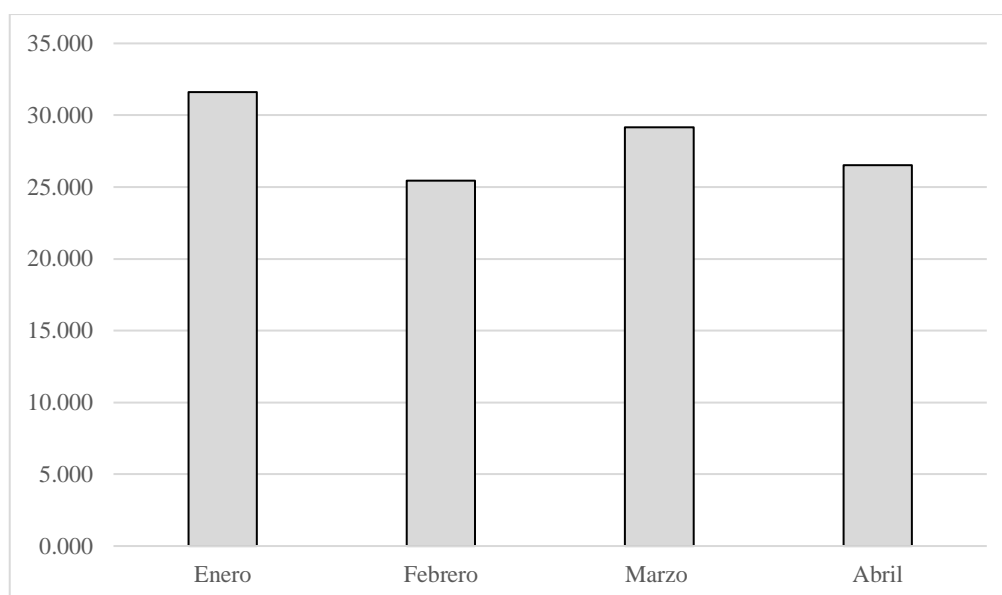


Figura N° 39: Tiempo promedio de falla después de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la línea 3 después de la mejora realiza un promedio de 5 paradas durante su jornada de trabajo, las cuales tiene un tiempo promedio de 28 minutos cada una.

2.5.3.2. Productividad después de la mejora

La Tabla N°26 contiene los datos reportados en área de tendales de secado y la cantidad de ladrillos producidos expresados en toneladas, dichos datos determinan la eficacia de la línea de producción después de la mejora:

Tabla N° 26: Datos de la dimensión después de la mejora: Eficacia

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Eficacia
Fecha de inicio de recolección de datos	Enero del 2019
Fecha final de recolección de datos	Abril del 2019

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
1	31/01/2019	Pandereta Lisa	303	322	94%
2	01/02/2019	Bloque Hembra - Macho	373	383	97%
3	02/02/2019	King Kong Caravista	334	345	97%
4	03/02/2019	Bloque L	422	435	97%
5	04/02/2019	TABIQUE	361	378	96%
6	05/02/2019	Pandereta Acanalada	360	379	95%
7	06/02/2019	Pandereta Acanalada	382	392	97%
8	07/02/2019	King Kong Caravista	307	323	95%
9	08/02/2019	King Kong	441	454	97%
10	09/02/2019	King Kong	342	357	96%
11	10/02/2019	King Kong	370	380	97%
12	11/02/2019	King Kong Caravista	357	368	97%
13	12/02/2019	Pandereta Acanalada	414	426	97%
14	13/02/2019	Caravista	409	428	96%
15	14/02/2019	King Kong	440	450	98%
16	15/02/2019	King Kong	464	479	97%
17	16/02/2019	King Kong	393	408	96%
18	17/02/2019	Caravista	432	443	98%
19	18/02/2019	TABIQUE	440	451	98%
20	19/02/2019	Pandereta Lisa	359	371	97%
21	20/02/2019	TABIQUE	359	376	95%
22	21/02/2019	King Kong 30%	361	373	97%
23	22/02/2019	Pandereta Lisa	395	406	97%
24	23/02/2019	Caravista	377	395	95%
25	24/02/2019	Pandereta Acanalada	351	363	97%
26	25/02/2019	Pandereta Acanalada	336	348	97%
27	26/02/2019	King Kong	403	420	96%
28	27/02/2019	Pandereta Acanalada	325	335	97%

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
29	28/02/2019	King Kong	377	396	95%
30	01/03/2019	King Kong	481	494	97%
31	02/03/2019	Pandereta Acanalada	339	358	95%
32	03/03/2019	Caravista	430	440	98%
33	04/03/2019	King Kong	463	473	98%
34	05/03/2019	Pandereta Acanalada	336	349	96%
35	06/03/2019	Pandereta	348	359	97%
36	07/03/2019	King Kong Caravista	388	402	97%
37	08/03/2019	Pandereta Acanalada	296	314	94%
38	09/03/2019	King Kong	377	397	95%
39	10/03/2019	King Kong	314	324	97%
40	11/03/2019	King Kong	318	330	96%
41	12/03/2019	Pandereta Acanalada	366	386	95%
42	13/03/2019	King Kong	384	398	96%
43	14/03/2019	King Kong	348	358	97%
44	15/03/2019	King Kong	420	437	96%
45	16/03/2019	Pandereta Acanalada	410	421	97%
46	17/03/2019	Pandereta Acanalada	352	362	97%
47	18/03/2019	King Kong	486	496	98%
48	19/03/2019	King Kong	412	428	96%
49	20/03/2019	King Kong	374	385	97%
50	21/03/2019	Pandereta Acanalada	388	399	97%
51	22/03/2019	King Kong	332	343	97%
52	23/03/2019	King Kong 30%	423	441	96%
53	24/03/2019	King Kong	361	373	97%
54	25/03/2019	King Kong	395	407	97%
55	26/03/2019	King Kong	349	366	95%
56	27/03/2019	King Kong	371	386	96%
57	28/03/2019	Pandereta Acanalada	429	441	97%
58	29/03/2019	Pandereta Acanalada	298	308	97%
59	30/03/2019	King Kong	474	490	97%
60	31/03/2019	King Kong	396	412	96%
61	01/04/2019	King Kong	426	444	96%
62	02/04/2019	King Kong 30%	302	314	96%
63	03/04/2019	King Kong	331	345	96%
64	04/04/2019	King Kong	363	375	97%

N°	Fecha	Producto	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)
65	05/04/2019	King Kong	368	383	96%
66	06/04/2019	King Kong	340	352	97%
67	07/04/2019	King Kong	307	318	97%
68	08/04/2019	King Kong	467	483	97%
69	09/04/2019	King Kong	405	420	96%
70	10/04/2019	King Kong	439	454	97%
71	11/04/2019	King Kong	345	362	95%
72	12/04/2019	King Kong	314	331	95%
73	13/04/2019	King Kong	324	341	95%
74	14/04/2019	King Kong	362	380	95%
75	15/04/2019	King Kong	396	412	96%
76	16/04/2019	King Kong	385	398	97%
77	17/04/2019	King Kong	421	438	96%
78	18/04/2019	King Kong	385	404	95%
79	19/04/2019	King Kong	380	392	97%
80	20/04/2019	Pandereta Acanalada	431	446	97%
81	21/04/2019	King Kong	368	384	96%
82	22/04/2019	King Kong	409	428	96%
83	23/04/2019	King Kong	400	410	98%
84	24/04/2019	King Kong	372	385	97%
85	25/04/2019	King Kong	357	377	95%
86	26/04/2019	King Kong	397	409	97%
87	27/04/2019	King Kong	298	313	95%
88	28/04/2019	King Kong	356	367	97%
89	29/04/2019	King Kong	319	338	94%
90	30/04/2019	King Kong	346	365	95%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°27 y la Figura N° 40, se puede observar los resultados correspondientes a la eficacia obtenidos después de la mejora en la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark con un promedio 96%.

Tabla N° 27: Eficacia promedio después de la mejora en la línea 3

Eficacia	
Enero	94%
Febrero	97%
Marzo	97%
Abril	96%
Promedio	96%

Fuente: Elaboración propia

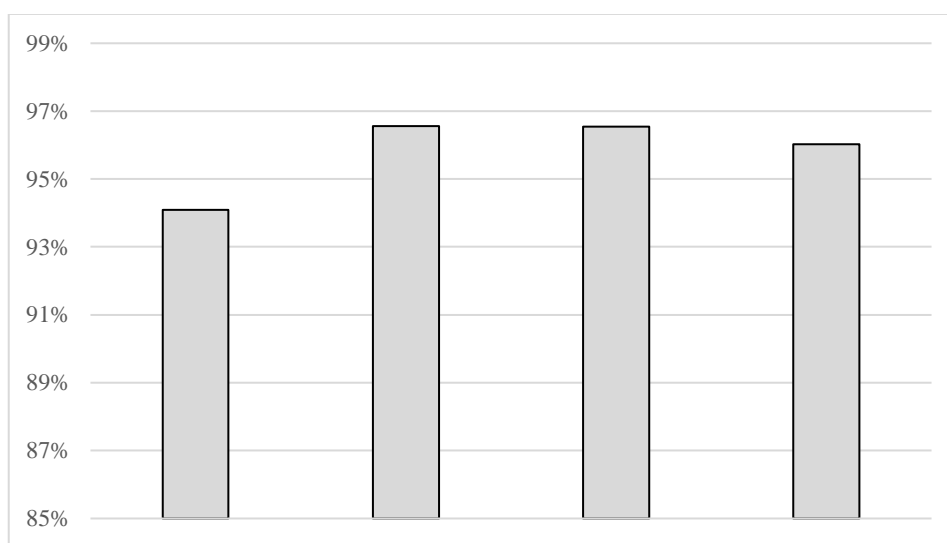


Figura N° 40: Eficacia después de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

Después de la mejora la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark tiene una eficacia de 96 % durante su jornada de producción en los meses de enero, febrero, marzo y abril.

La Tabla N°28 contiene las horas de máquinas efectivas o empleadas diariamente en la línea de producción número 3 después de la mejora y las horas programadas por la jefatura de producción, dichos datos determinan la eficiencia de la línea de producción:

Tabla N° 28: Datos de la dimensión después de la mejora: Eficiencia

Instrumento de recolección de datos	
Empresa	Ladrillos Lark
Responsable de la recolección de datos	César Vela Valqui
Dimensión	Eficiencia
Fecha de inicio de recolección de datos	Enero del 2019
Fecha final de recolección de datos	Abril del 2019

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
1	31/01/2019	Pandereta Lisa	6.37	8	68%
2	01/02/2019	Bloque Hembra - Macho	6.38	8	80%
3	02/02/2019	King Kong Caravista	5.75	8	72%
4	03/02/2019	Bloque L	7.25	8	91%
5	04/02/2019	TABIQUE	6.30	8	79%
6	05/02/2019	Pandereta Acanalada	6.32	8	79%
7	06/02/2019	Pandereta Acanalada	6.53	8	82%
8	07/02/2019	King Kong Caravista	5.38	8	67%
9	08/02/2019	King Kong	7.57	10	76%
10	09/02/2019	King Kong	5.95	8	74%
11	10/02/2019	King Kong	6.33	10	63%
12	11/02/2019	King Kong Caravista	6.13	10	61%
13	12/02/2019	Pandereta Acanalada	7.10	10	71%
14	13/02/2019	Caravista	7.13	8	89%
15	14/02/2019	King Kong	7.50	8	94%
16	15/02/2019	King Kong	7.98	10	80%
17	16/02/2019	King Kong	6.80	10	68%
18	17/02/2019	Caravista	7.38	8	92%
19	18/02/2019	TABIQUE	7.52	10	75%
20	19/02/2019	Pandereta Lisa	6.18	8	77%
21	20/02/2019	TABIQUE	6.27	10	63%
22	21/02/2019	King Kong 30%	6.22	10	62%
23	22/02/2019	Pandereta Lisa	6.77	8	85%
24	23/02/2019	Caravista	6.58	10	66%
25	24/02/2019	Pandereta Acanalada	6.05	8	76%
26	25/02/2019	Pandereta Acanalada	5.80	8	73%
27	26/02/2019	King Kong	7.00	10	70%
28	27/02/2019	Pandereta Acanalada	5.58	8	70%
29	28/02/2019	King Kong	6.60	8	83%
30	01/03/2019	King Kong	8.23	10	82%
31	02/03/2019	Pandereta Acanalada	5.97	8	75%
32	03/03/2019	Caravista	7.33	10	73%
33	04/03/2019	King Kong	7.88	10	79%
34	05/03/2019	Pandereta Acanalada	5.82	8	73%
35	06/03/2019	Pandereta	5.98	8	75%

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
36	07/03/2019	King Kong Caravista	6.70	10	67%
37	08/03/2019	Pandereta Acanalada	5.23	8	65%
38	09/03/2019	King Kong	6.62	10	66%
39	10/03/2019	King Kong	5.40	8	68%
40	11/03/2019	King Kong	5.50	8	69%
41	12/03/2019	Pandereta Acanalada	6.43	8	80%
42	13/03/2019	King Kong	6.63	8	83%
43	14/03/2019	King Kong	5.97	10	60%
44	15/03/2019	King Kong	7.28	8	91%
45	16/03/2019	Pandereta Acanalada	7.02	10	70%
46	17/03/2019	Pandereta Acanalada	6.03	8	75%
47	18/03/2019	King Kong	8.27	10	83%
48	19/03/2019	King Kong	7.13	10	71%
49	20/03/2019	King Kong	6.42	10	64%
50	21/03/2019	Pandereta Acanalada	6.65	8	83%
51	22/03/2019	King Kong	5.72	8	71%
52	23/03/2019	King Kong 30%	7.35	10	74%
53	24/03/2019	King Kong	6.22	8	78%
54	25/03/2019	King Kong	6.78	10	68%
55	26/03/2019	King Kong	6.10	10	61%
56	27/03/2019	King Kong	6.43	10	64%
57	28/03/2019	Pandereta Acanalada	7.35	8	92%
58	29/03/2019	Pandereta Acanalada	5.13	8	64%
59	30/03/2019	King Kong	8.17	10	82%
60	31/03/2019	King Kong	6.87	10	69%
61	01/04/2019	King Kong	7.40	8	93%
62	02/04/2019	King Kong 30%	5.23	8	65%
63	03/04/2019	King Kong	5.75	8	72%
64	04/04/2019	King Kong	6.25	8	78%
65	05/04/2019	King Kong	6.38	10	64%
66	06/04/2019	King Kong	5.87	8	73%
67	07/04/2019	King Kong	5.30	8	66%
68	08/04/2019	King Kong	8.05	10	81%
69	09/04/2019	King Kong	7.00	8	88%
70	10/04/2019	King Kong	7.57	8	95%
71	11/04/2019	King Kong	6.03	10	60%

N°	Fecha	Producto	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)
72	12/04/2019	King Kong	5.52	8	69%
73	13/04/2019	King Kong	5.68	8	71%
74	14/04/2019	King Kong	6.33	10	63%
75	15/04/2019	King Kong	6.87	10	69%
76	16/04/2019	King Kong	6.63	10	66%
77	17/04/2019	King Kong	7.30	8	91%
78	18/04/2019	King Kong	6.73	8	84%
79	19/04/2019	King Kong	6.53	8	82%
80	20/04/2019	Pandereta Acanalada	7.43	10	74%
81	21/04/2019	King Kong	6.40	8	80%
82	22/04/2019	King Kong	7.13	10	71%
83	23/04/2019	King Kong	6.83	10	68%
84	24/04/2019	King Kong	6.42	10	64%
85	25/04/2019	King Kong	6.28	8	79%
86	26/04/2019	King Kong	6.82	10	68%
87	27/04/2019	King Kong	5.22	8	65%
88	28/04/2019	King Kong	6.12	10	61%
89	29/04/2019	King Kong	5.63	8	70%
90	30/04/2019	King Kong	6.08	8	76%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°29 y la Figura N° 41, se puede observar los resultados correspondientes a la eficiencia obtenidos después de la mejora en la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark con un promedio 73%, lo que significa que se está produciendo un promedio de 374 tn/día.

Tabla N° 29: Eficiencia después de la mejora en la línea 3

Eficiencia	
Enero	67%
Febrero	76%
Marzo	73%
Abril	74%
Promedio	72%

Fuente: Elaboración propia

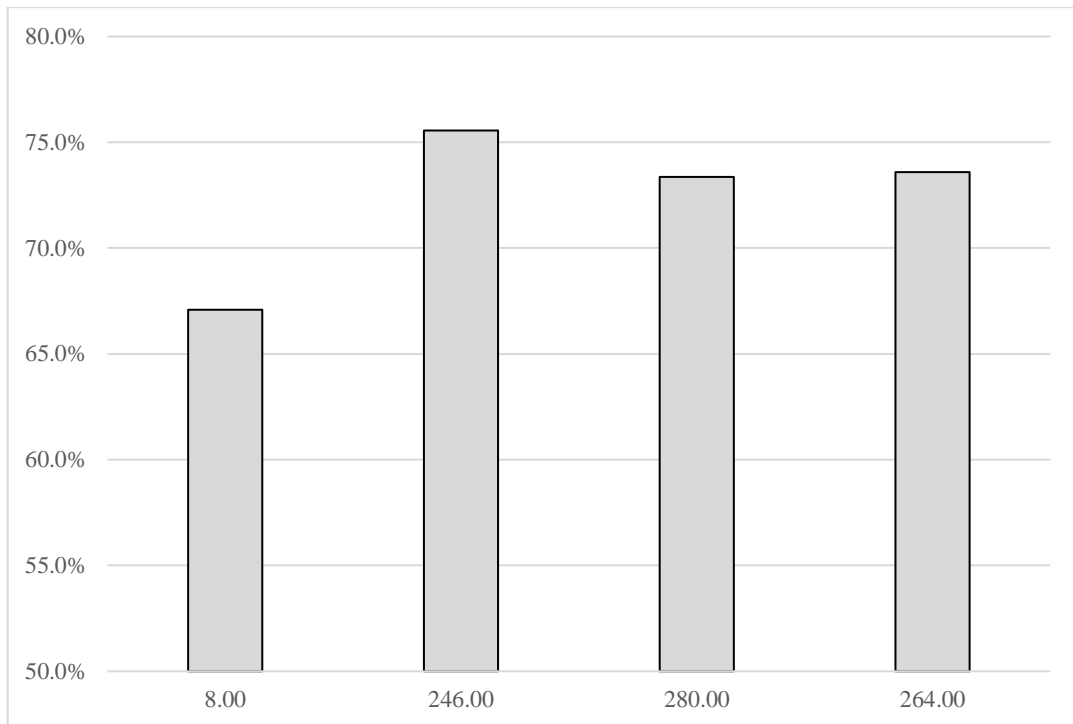


Figura N° 41: Eficiencia después de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

En Tabla N° 30, podemos observar el estado de la línea 3 después de la mejora, evaluado durante 90 días de producción, estos datos ayudan analizar la productividad de la línea, como se ve a continuación:

Tabla N° 30: Productividad después de la mejora en la línea 3

Productividad después de la mejora	
Enero	68%
Febrero	73%
Marzo	71%
Abril	71%
Promedio	70%

Fuente: Elaboración propia

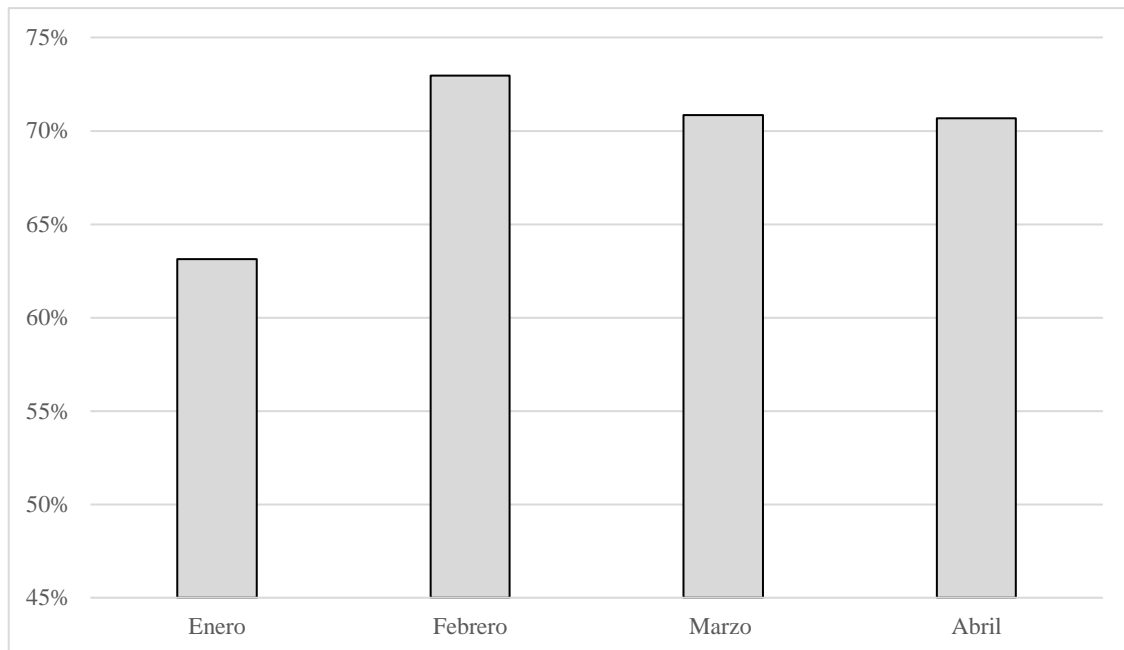


Figura N° 42: Productividad después de la mejora en la línea 3

Fuente: Elaboración propia

En la Figura N° 42, se puede observar los resultados correspondientes a la productividad obtenidos después de la mejora en la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark con un promedio 69% durante los meses de enero, febrero, marzo y abril.

2.5.4. Análisis económico financiero (B/C)

Para el presente trabajo de investigación se ha realizado un análisis económico financiero realizando los siguientes cálculos. En la Tabla N° 31, se puede observar el cálculo de tiempo efectivo trabajado durante los meses antes y después del Lean Manufacturing.

Tabla N° 31: Tiempo efectivo antes y después

Estado	Mes	Tiempo Programado (h)	Tiempo efectivo (h)
Antes	Agosto	214	125
Antes	Septiembre	192	117
Antes	Octubre	218	130
Antes	Noviembre	24	13
Después	Enero	8	5
Después	Febrero	246	184
Después	Marzo	280	205
Después	Abril	264	193

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 32, se puede observar el cálculo de producción ejecutada de los meses antes y después del Lean Manufacturing.

Tabla N° 32: Producción efectiva antes y después

Estado	Mes	Producción Planeada (t)	Producción ejecutada (t)	Producción reproceso (t)	Producción Neta
Antes	Agosto	12840	7512	471	7041
Antes	Septiembre	11520	7002	395	6607
Antes	Octubre	13080	7824	467	7357
Antes	Noviembre	1440	804	51	753
Después	Enero	480	322	19	303
Después	Febrero	14760	11062	378	10684
Después	Marzo	16800	12277	419	11858
Después	Abril	15840	11568	455	11113

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 33, se puede observar el cálculo de producción perdida durante el tiempo perdido de los meses antes y después del Lean Manufacturing.

Tabla N° 33: Producción perdida durante el tiempo perdido antes y después

Estado	Mes	Tiempo perdido (h)	Producción perdida (t)
Antes	Agosto	88.8	5799
Antes	Septiembre	75.3	4913
Antes	Octubre	87.6	5723
Antes	Noviembre	10.6	687
Después	Enero	2.6	177
Después	Febrero	61.6	4076
Después	Marzo	75.4	4942
Después	Abril	71.2	4727

Fuente: Elaboración propia

Luego de observar el comportamiento de la producción de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark durante los meses anteriores, como se observa en la Figura N°33, el tiempo perdido después del Lean Manufacturing ha ido disminuyendo con respecto a los 4 meses anteriores a la ejecución de la mejora.

Por consiguiente, teniendo el costo de producción por toneladas de ladrillo como producto terminado, en la Tabla N°34 se observa que la pérdida económica en la empresa es:

Tabla N° 34: Producción perdida expresada en costos

Estado	Mes	Producción perdida (t)	Precio por tonelada (S/.)	Costos de producción perdida (S/.)
Antes	Agosto	5799	S/. 160	S/ 927,840
Antes	Septiembre	4913	S/. 160	S/ 786,080
Antes	Octubre	5723	S/. 160	S/ 915,680
Antes	Noviembre	687	S/. 160	S/ 109,920
Después	Enero	177	S/. 160	S/ 28,320
Después	Febrero	4076	S/. 160	S/ 652,160
Después	Marzo	4942	S/. 160	S/ 790,720
Después	Abril	4727	S/. 160	S/ 756,320

Fuente: Elaboración propia

Después de obtener los costos de la producción perdida mes a mes, se calcula el resumen del beneficio costo en la siguiente tabla:

Tabla N° 35: Beneficio de la mejora

BENEFICIO	ANTES	DESPUÉS	BENEFICIO
	S/ 2,629,600	S/ 2,227,520	S/ 402,080

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 33 se observa que el beneficio obtenido después de la mejora, el cual ha sido de **S/. 402080** nuevos soles. Del mismo modo, en la Tabla N° 36 mismo, teniendo en cuenta que la implementación de Lean Manufacturing tiene un costo de inversión de **S/. 152730** nuevos soles, detallado Anexo N° 11 de la presente investigación, el beneficio/costo calculado es del **2,63**, es decir, el proyecto es viable.

Tabla N° 36: Beneficio / Costo de la mejora

BENEFICIO	S/	402,080
COSTO	S/	152,730
B/C		2.63

Fuente: Elaboración propia

2.6. Método de análisis de datos

Después de la obtención y codificación de datos necesarios para la investigación estén listos, transferidos a una matriz, listos para ser analizados por el investigador. Actualmente la realización de un correcto y eficaz análisis cuantitativo se recomienda el uso de computadoras, ya que hace el trabajo más ágil y brinda una correcta medición (Hernández, Fernández y Baptista 2016)

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo permite al investigador el uso de tablas de frecuencias, porcentajes y métodos numéricos para organizar los datos recolectados, brinda una correcta interpretación y definición de las características de la muestra de la investigación (Valderrama 2013).

Para la presente investigación se realizara un análisis descriptivo de los datos recolectados de la producción diaria durante 90 días antes de la mejora y 90 días después de la mejora, analizaremos la eficiencia y eficacia de la línea número 3 a través de tablas, evaluando e interpretando su desarrollo diaria antes, durante y después de la mejora.

Análisis inferencial

El análisis inferencial permite al investigador estimar los atributos de la población, ratificando la relación entre la variable independiente y la variable dependiente, mediante la comparación grupos y haciendo inferencias (Valderrama 2013).

En el presente trabajo de investigación se realizara un análisis inferencial para la comprobación de la hipótesis tanto general como las 2 hipótesis específicas, la cual dice que el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark.

2.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación presenta información de la empresa de fabricación de Ladrillos Lark, la cual fue recolectada con el objetivo de incrementar los índices de productividad de la línea 3 dentro de la empresa, esta información será recolectada bajo la verificación de los jefes de áreas.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

3.1.1. Productividad

Eficacia

En la Tabla N° 37 y Figura N° 44 se observa que el nivel de eficacia en la línea de producción N° 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual aumenta en un 4%, es decir, de un 92% a 96% luego de la implementación del Lean Manufacturing, como se observa en la Figura N° 44, la eficacia después del segundo mes de la mejora hasta el cuarto mes tiene un comportamiento estable.

Tabla N° 37: Promedio de la eficacia antes y después de la mejora

EFICACIA	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA
MES 1	92.27%	95.10%
MES 2	94.28%	96.55%
MES 3	90.51%	96.54%
MES 4	94.47%	96.03%
PROMEDIO	92%	96%

Fuente: Elaboración propia

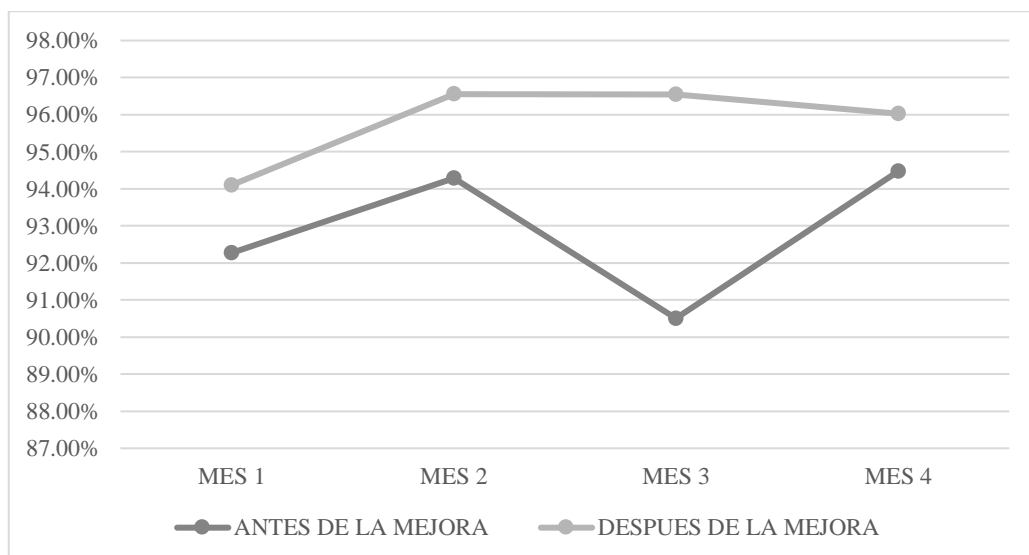


Figura N° 43: Promedio de la eficacia antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

Eficiencia

En la Tabla N° 38 y Figura N° 45 se observa que el nivel de eficacia en la línea de producción N° 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual aumenta en un 17%, es decir, de un 55% a 72% luego de la implementación del Lean Manufacturing, en el segundo mes de la mejora se tuvo un pico en la eficiencia, ya que los nuevos procedimientos de trabajo fueron puestos en marcha, bajo supervisión constante.

Tabla N° 38: Promedio de la eficiencia antes y después de la mejora

EFICIENCIA	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA
MES 1	57.00%	67.08%
MES 2	58.65%	75.57%
MES 3	56.83%	73.37%
MES 4	50.01%	73.58%
PROMEDIO	55%	72%

Fuente: Elaboración propia

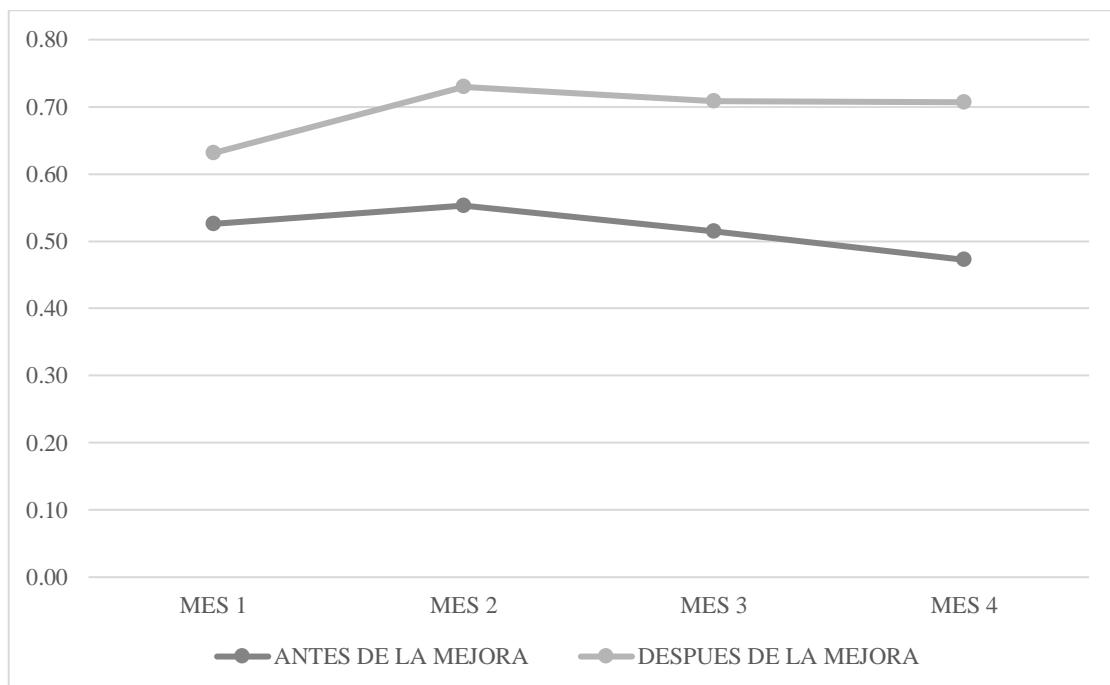


Figura N° 44: Promedio de la eficiencia antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

Productividad

En la Tabla N° 39 y Figura N° 46 se observa que el nivel de productividad en la línea de producción N° 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual aumenta en un 18%, es decir, de un 52% a 70% luego de la implementación del Lean Manufacturing y manteniendo una curva constante a partir del segundo mes de la implementación de la mejora.

Tabla N° 39: Promedio de la productividad antes y después de la mejora

PRODUCTIVIDAD	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA
MES 1	52.59%	68.13%
MES 2	55.30%	72.96%
MES 3	51.44%	70.83%
MES 4	47.24%	70.66%
PROMEDIO	52%	70%

Fuente: Elaboración propia

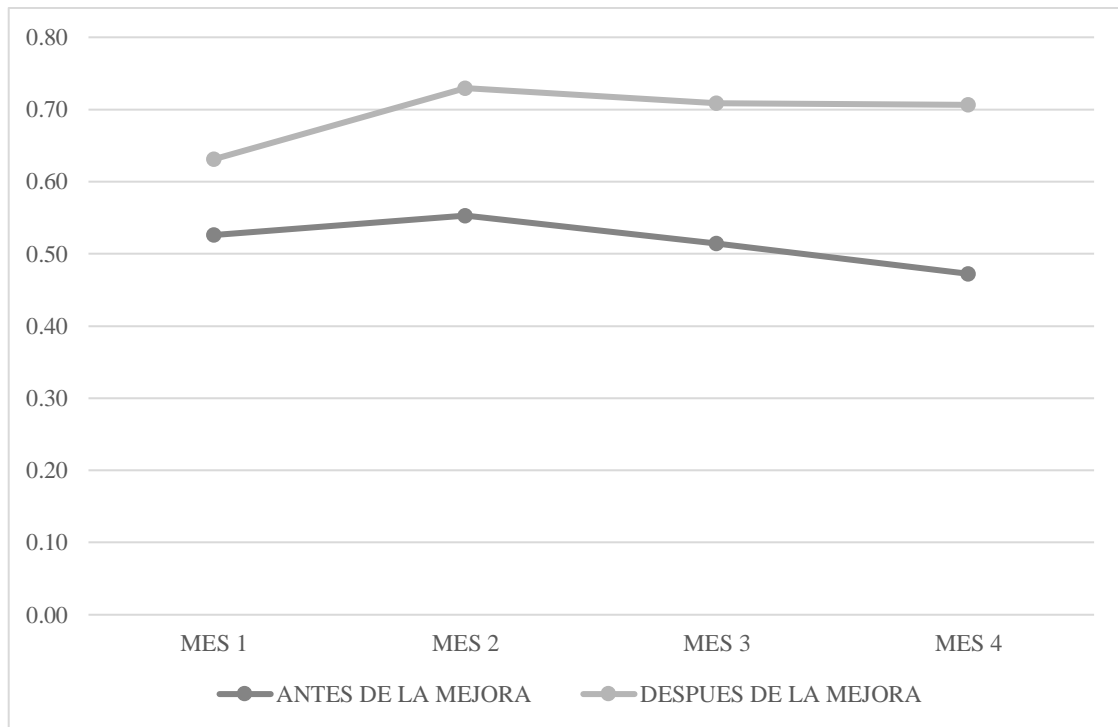


Figura N° 45: Promedio de la productividad antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Lean Manufacturing

Tack time

En la Tabla N° 40 y Figura N° 47 se observa que el tiempo medio de producción en la línea N° 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual disminuyo en 22 segundos, es decir, de un 106 s/t a 84 s/t luego de la implementación del Lean Manufacturing.

Tabla N° 40: Promedio de Tack Time antes y después de la mejora

TACK TIME	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA
Agosto	92 s	89 s
Septiembre	89 s	81 s
Octubre	114 s	83 s
Noviembre	130 s	83 s
PROMEDIO	106 s	84 s

Fuente: Elaboración propia

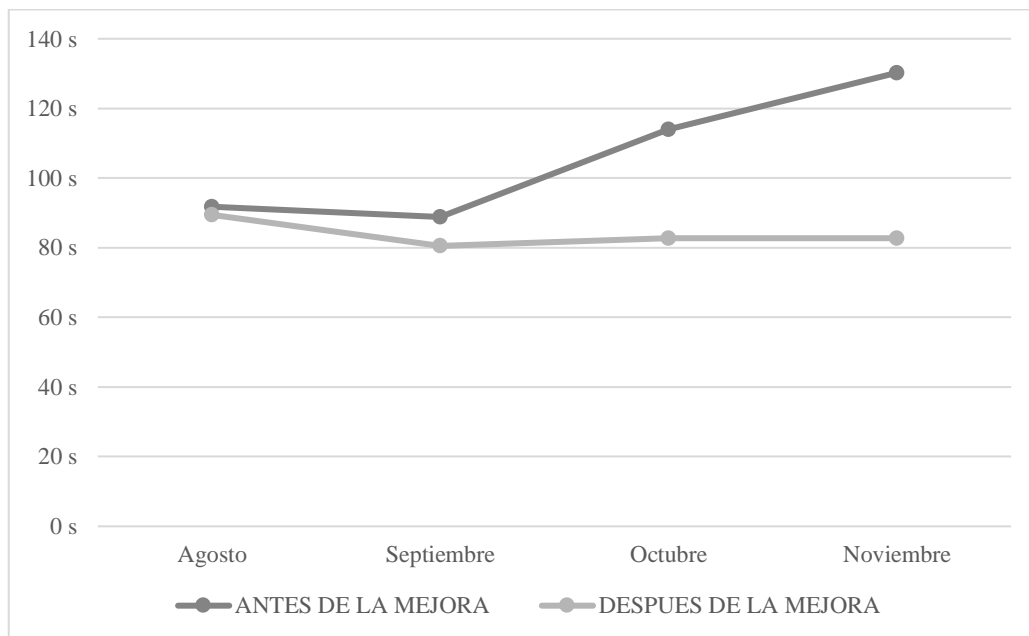


Figura N° 46: Promedio de Tack Time antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

Tiempo medio de falla - MTTF

En la Tabla N° 41 y Figura N° 48 se observa que el tiempo medio de falla en la línea de producción N° 3 de la empresa Ladrillos Lark, la cual disminuye en 32 min es decir, de un 168min a 136min luego de la implementación del Lean Manufacturing.

Tabla N° 41: Promedio del tiempo medio de falla antes y después de la mejora

MTTF	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA
MES 1	185min	190min
MES 2	147min	102min
MES 3	199min	146min
MES 4	140min	106min
PROMEDIO	168min	136min

Fuente: Elaboración propia

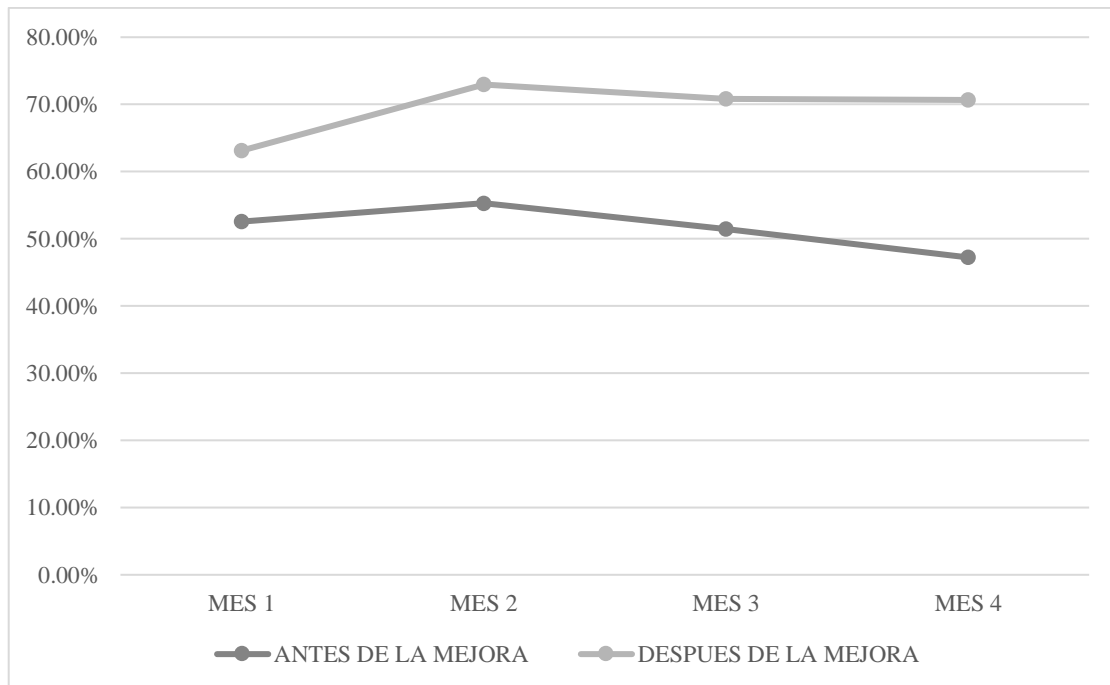


Figura N° 47: Promedio del tiempo medio de falla antes y después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

3.2. Análisis inferencial

Para la presente investigación se realiza el test de normalidad para determinar la aceptación o rechazo de la hipótesis general y las hipótesis específicas planteadas líneas arriba, el análisis inferencial será realizado a través de la prueba del estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov, ya que la muestra es mayor a 30 datos.

3.2.1. Contrastación de la Hipótesis General

Hipótesis general: El Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Con la finalidad de corroborar la hipótesis general planteada en el presente trabajo de investigación, es imprescindible precisar de los datos de la productividad antes de la mejora y la productividad después de la mejora responde a un comportamiento paramétrico o no paramétrico, por ello, al tener una cantidad de 90 datos se evaluarán a través del estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov.

Regla de decisión

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 42: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov – Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	,136	90	,000
DESPUÉS	,097	90	,035

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 42, los resultados obtenidos a través de la prueba de normalidad de la productividad antes son de 0.000 y después de la mejora son de 0.0035, por consiguiente, el resultado obtenido al compararlo con la regla de decisión, se puede determinar que los datos

respondes a un comportamiento no paramétrico y serán evaluados a través de la prueba de Wilcoxon .que para el análisis de

- **Contraste de hipótesis**

Ho: El Lean Manufacturing no incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Ha: El Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla N° 43: Comparación de medias de la productividad antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
ANTES	90	52,3667	17,81014	12,00	86,00
DESPUÉS	90	70,3889	8,76496	58,00	92,00

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 43, queda demostrado que la media de la productividad, antes de la aplicación (53.3667%) es menor que la media de la productividad después de la aplicación (71.3889%), por consiguiente, no se cumple que Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que el Lean Manufacturing no incrementa la productividad y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Finalmente, con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{\text{valor}} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula²

Tabla N° 44: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la productividad

Estadísticos de prueba ^a	
	DESPUÉS - ANTES
Z	-6,692 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 44, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después de la aplicación es de 0,000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

3.2.2. Contrastación de Hipótesis Específicas

Primera hipótesis específica

Ha: El Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

A fin de contrastar la primera hipótesis específica, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de las eficiencias antes y después tienen un comportamiento paramétrico, por lo tanto, en vista que las series de ambos datos tienen una cantidad de 90 datos, se procede a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov.

Regla de decisión

Si ρ valor ≤ 0.05 , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si ρ valor > 0.05 , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 45: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov – Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	,146	90	,000
DESPUÉS	,100	90	,027

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 45, se puede verificar que la significancia de la eficiencia antes de la aplicación es de 0.000 y después de la aplicación es de 0,027, dado que las eficiencias del antes y después de la aplicación es menor que 0.05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contratación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- Contraste de la primera hipótesis específica

Ho: El Lean Manufacturing no incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Ha: El Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$

Ha: $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Tabla N° 46: Comparación de medias de la eficiencia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desvia- ción	Mínimo	Máximo
ANTES	90	55,2778	16,55975	25,00	88,00
DESPUÉS	90	72,0667	9,02033	60,00	95,00

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 46, queda demostrado que la media de la eficiencia, antes de la aplicación (57.2778%) es menor que la media de la productividad después de la aplicación (74.0667%), por consiguiente, no se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que el Lean Manufacturing no incrementa la eficiencia y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que el Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Finalmente, con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 47: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	DESPUÉS - ANTES
Z	-6,576 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Software SPSS V.25

De la tabla N° 47, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después de la aplicación es de 0,000, por consiguiente y de acuerdo a la

regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Segunda hipótesis específica

Ha: El Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

A fin de contrastar la hipótesis general, es necesario primero determinar si los datos que corresponden a las series de las eficacias antes y después tienen un comportamiento paramétrico, por lo tanto, en vista que las series de ambos datos tienen una cantidad de 90 datos, se procede a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov – Smirnov.

Regla de decisión

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p \text{ valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla N° 48: Prueba de normalidad de la eficacia con Kolmogorov – Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
ANTES	,330	90	,000
DESPUÉS	,277	90	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 48, se puede verificar que la significancia de la eficacia antes de la aplicación es de 0,000 y después de la aplicación es de 0,000, dado que las eficacias del antes y después de la aplicación es menor que 0,05, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión, se asume para el análisis de la contratación de la hipótesis el uso de un estadígrafo no paramétrico, para este caso se utilizará la prueba de Wilcoxon.

- **Contraste de la segunda hipótesis específica**

Ho: El Lean Manufacturing no incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Ha: El Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla N° 49: Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
ANTES	90	92,4000	10,93577	35,00	98,00
DESPUÉS	90	96,3556	,98655	94,00	98,00

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 49, queda demostrado que la media de la eficacia, antes de la aplicación (92.4000%) es menor que la media de la productividad después de la aplicación (96.3556%), por consiguiente, no se cumple que $H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que el Lean Manufacturing no incrementa la eficacia y se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que el Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Finalmente, con la finalidad de confirmar que el análisis es el correcto, se procede al análisis mediante el p_{valor} o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a ambas eficacias.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla N° 50: Estadísticos de prueba de Wilcoxon para la eficacia

Estadísticos de prueba^a	
	DESPUÉS - ANTES
Z	-5,389 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 50, se puede verificar que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicada a la eficacia antes y después de la aplicación es de 0,000, por consiguiente y de acuerdo a la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

IV. DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación, el tiempo de paradas al ser reducido de manera significativa y al aumentar nuestra producción diaria, se ve reflejada en la productividad con un aumento de 18%, es decir, antes de la mejora la productividad de la línea 3 era de un 52%, mientras que después de la mejora es de 70%, lo cual se ve plasmado en un VSM donde se identifica lo tiempo que toma cada una de las actividades realizadas hasta obtener un ladrillo extruido. Con respecto a lo mencionado Huamán, R (2017), en su tesis “Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa RESEMIN S.A., tuvo como objetivo principal implementar las herramientas de *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa Resemin S.A., por ellos decidió aplicar herramientas como el VSM, Reuniones Kaizen y Poka Yoke. Obteniendo cómo resultado después de la implementación de las herramientas lean un aumento del 30 % en la productividad, obtuvo aumento de 20% en cuanto a su eficiencia y un aumento del 17% en su eficacia. Ya que al realizar las reuniones Kaizen con el personal que interviene directamente con el proceso productivo se obtiene los datos reales de lo que afecta al proceso y se resuelve de manera más completa los problemas encontrados, generando el aumento de la productividad en el proceso, lo cual afirma lo dicho por Luz Reali (2006) en su libro sobre aplicación de técnicas de aplicación de los eventos Kaizen que tiene objetivos como reducir los costos de producción y mejore los niveles de calidad basados en la implementación de conceptos lean a través de una técnica de eventos Kaizen.

Es presente proyecto de tesis y el análisis realizado respecto al nivel de productividad en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019, evidencia que la el promedio de la eficiencia antes era 55% y la eficiencia después es 72%, lo cual demuestra que las personas, máquinas y otros elementos involucrados en el proceso productivo demoran más de lo esperado en realizar su producción, generado por paradas de producción en las áreas de molienda por rotura de mallas de tamizado en área de molienda o rotura de cables de corte en el área de formados, cual los lleva a producir menos de lo programado, es decir, el proceso antes demoraba 106 segundos en producir una tonelada de ladrillos, mientras que después de la mejora ese tiempo fue reducido a 84 segundos por tonelada producidas. Con respecto a eso Sarmiento C (2018), en su tesis “Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa Mundiplast mediante un sistema de producción esbelto Lean Manufacturing”, de la Escuela Politécnica Nacional, Colombia. Decide la aplicación de herramientas Lean

Manufacturing en el área de producción de la empresa Mundiplast, lo cual resulto en la reducción los tiempos de desmontaje en 40% y 14% en inyectoras y sopladoras correspondientemente y redujo un 20% y 23% en montaje de las mismas. Ya que el uso y proceso adecuado de la materia prima genero menos paradas de producción, evitando tiempos muertos. Lo cual evidencia que el Lean Manufacturing si aporta de manera positiva al aumento de la productividad.

Al hablar de la calidad , Reali (2006) nos dice que calidad de los productos o servicios, se relaciona con la eficacia de la investigación, ya que el uso adecuados de los recursos en la empresa Ladrillos Lark antes era de un 92%, ya que el faltante 8% era desechado ya que no cumplía con los estándares de calidad establecidos por la empresa, después de tratar este problema con el personal y aplicar la mejora se obtuvo un aumento del 4%, es decir, la cantidad de toneladas de ladrillos desechadas fue reducida y la eficacia de la línea aumento a 96%, para esto el VSM nos ayuda a identificar las áreas con más demoras o paradas por problemas, lo cual genera que la calidad del producto baja, por ejemplo, parada por nivel de granulometría inadecuado, esto genera que la calidad del producto varié, siendo esta área con problemas donde se debe realizar los Eventos Kaizen. Con respecto a eso Orozco, E. (2016), en su tesis “Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport”, que tuvo como objetivo del diseñar un plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción aplicando el estudio de tiempos y herramientas de manufactura esbelta como VSM entre otras. Teniendo como resultado un aumento del 15% en la productividad global de la empresa. Lo cual demuestra que el uso del VSM aporta a la identificación problemáticas y los eventos Kaizen aportan a la resolución de estos problemas, siendo parte clave en cuanto a intervención del Lean Manufacturing sobre los problemas encontrados.

V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Antes de la implementación del Lean Manufacturing en la empresa Ladrillos Lark, se tenía un tiempo de parada promedio de 168 minutos en cada turno diario de trabajo, los cuales no cumplían con la meta de gerencia de producción de producir 60 toneladas de ladrillos por hora, después de la implementación del Lean Manufacturing, el tiempo promedio de paradas redujo en 32 minutos, es decir, después de la mejora el tiempo promedio de paradas en la línea 3 fue de 136 minutos, lo cual significó el aumento de la productividad de la línea 3. Se constató la hipótesis a través de la prueba de normalidad correspondiente a series no paramétricas, siendo la contrastación de hipótesis con la prueba Z del estadígrafo de Wilcoxon, donde la contrastación de la hipótesis general muestra que la media de productividad antes es 52,3667 % siendo menor que la media de la productividad después 70,3889%, por lo que se llega a la conclusión de que si existe una mejora después de la aplicación de la variable independiente: Lean Manufacturing sobre la variable dependiente: Productividad en la línea de producción 3, ya que la **productividad** obtuvo un aumento del 18% en la línea 3 empresa LADRILLOS LARK, Puente Piedra, 2019.

SEGUNDA: Antes de la implementación del Lean Manufacturing en la empresa Ladrillos Lark, se tenía un Tack Time o tiempo promedio de producción por tonelada de 106 segundos durante cada turno diario de trabajo, los cuales no cumplían con la meta de gerencia de producción de producir 60 toneladas de ladrillos por hora, es decir, producir una tonelada por minuto, después de la implementación del Lean Manufacturing, el Tack Time o tiempo promedio de producción por tonelada se redujo en 22 segundos, es decir, el Tack Time o tiempo promedio de producción por tonelada en la línea 3 fue de 84 segundos, lo cual significó el aumento de la eficiencia de la línea 3. Se constató la hipótesis a través de la prueba de normalidad correspondiente a series no paramétricas, siendo la contrastación de hipótesis con la prueba Z del estadígrafo de Wilcoxon, donde la contrastación de la primera hipótesis específica muestra que la media de eficiencia antes es 55,2778% siendo menor que la media de la eficiencia después es 72,0667%, por lo que se llega a la conclusión de que si existe una mejora después de la aplicación del Lean Manufacturing sobre la **eficiencia** de la línea de producción 3, ya que la eficiencia obtuvo un aumento del 17% en la línea 3 empresa LADRILLOS LARK, Puente Piedra, 2019.

TERCERA: Durante los 4 meses antes de la implementación del Lean Manufacturing en la empresa Ladrillos Lark, se produjo en la línea 3 un promedio 346 toneladas de ladrillos que

no cumplían con los estándares establecidos (pesos, medidas), es decir, en cada turno diario de trabajo se eliminó un promedio de 3.84 toneladas de ladrillos defectuosos, después de la implementación del Lean Manufacturing, los desperdicios de la línea 3 se redujo en 28 toneladas, es decir, la línea 3 produjo un promedio 317 toneladas de ladrillos que no cumplían con los estándares establecidos (pesos, medidas), lo que significa, que en cada turno diario de trabajo se eliminó un promedio de 3.53 toneladas de ladrillos defectuosos. Se constató la hipótesis a través de la prueba de normalidad correspondiente a series no paramétricas, siendo la contrastación de hipótesis con la prueba Z del estadígrafo de Wilcoxon , donde la contrastación de la segunda hipótesis específica muestra que la media de productividad antes es 92,4000% siendo menor que la media de la productividad después 96,3556%, por lo que se llega a la conclusión de que si existe una mejora después de la aplicación del Lean Manufacturing sobre la **eficacia** en la línea de producción 3, ya que la eficacia obtuvo un aumento del 4% en la línea 3 empresa LADRILLOS LARK, Puente Piedra, 2019.

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: En cuando la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019 se recomienda el uso constante de la filosofía Lean, la supervisión y seguimiento constante de parte de la jefatura de producción en cuanto al cumplimiento de los manuales de procedimientos en las áreas de molienda y formado, con el fin de mantener constante la mejora obtenida, seguir usando el VSM como herramienta de observación e identificación de oportunidades de mejora en la línea de producción, fomentar los eventos Kaizen como herramienta de análisis de los problemas con los involucrados en el proceso

SEGUNDA: Es necesario contar con el personal actualizado en cuanto a conocimiento del sector, del mismo modo, se recomienda la capacitación constante de los colaboradores, del mismo modo, la actualización y mejora continua de los procedimientos de trabajo con el fin de cumplir con las metas programadas obteniendo una producción constante a través del tiempo, aumento la eficiencia de la línea de producción 3, disminuyendo los tiempos de paradas no programados.

TERCERA: Por otro lado, se recomienda estudiar constantemente el mercado comercial y el proceso productivo, para identificar de manera continua las necesidades del cliente con el fin de determinar las condiciones ideales de producción y las características necesarias que debe de cumplir los ladrillos a producirse, con el fin de reducir y evitar la eliminación de ladrillos en las producciones diarias, manteniendo o aumento la eficacia de la línea de producción 3 en la empresa Ladrillo Lark, Puente Piedra 2019.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULMALEK, F.A. y RAJGOPAL, J., 2007. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of production economics*, vol. 107, no. 1, pp. 223-236. ISSN 0925-5273.
- ALACEP, 2017. Industria ladrillera mueve al año S/1,600 millones. [en línea]. [Consulta: 18 septiembre 2018]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/industria-ladrillera-mueve-ano-s-1-600-millones-alacep-144334>.
- ALEFARI, M., SALONITIS, K. y XU, Y., 2017. The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*. S.l.: s.n., DOI 10.1016/j.procir.2017.03.169.
- BONILLA, E., DÍAZ, B., KLEEGERG, F. y NORIEGA, M., 2012. *Mejora continua de los procesos : Herramientas y técnicas*. Lima: Fondo editorial de la Universidad de Lima. ISBN 9789972452413.
- CARRO, R. y GONZÁLEZ, D., 2014. Productividad y Competitividad. *Universidad Nacional Del Mar Del Plata*, pp. 18.
- CORRAL DE FRANCO, Y.J., 2009. Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. , ISSN 1316-5917.
- CRESPO, C. y SALAMANCA, A., 2007. El muestreo en la investigación cualitativa. 27 [en línea], ISSN 1697-218X. Disponible en: <http://www.sc.edu.es/plwlumuj/ebalECTS/praktikak/muestreo>.
- CURILLO, M.R., 2014. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales FACOPA. , pp. 186.
- DIÁZ, C., 2017. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad de la planta N°1 de la empresa Corporación REX S.A., Carabayllo - 2017. *Universidad César Vallejo*, pp. 176.
- EDUARDO, C. y RODRÍGUEZ, B., 2017. Aplicacion de herraminetas lean manufacturing en los procesos de recepcion y despacho de la empresa HIF Romero S.A.S. , pp. 81.
- EELA, 2011. Estudio del mercado del sector ladrillero. , pp. 84.
- EHRENFELD, T., 2016. A3 Thinking Roundup. *Lean Org* [en línea]. [Consulta: 3 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=602>.
- FERNÁNDEZ, C.A., 2017. Fabricación de ladrillos. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, vol. 4, no. 1, pp. 9-12. ISSN 1669-9513.
- FUNDACIÓN SUIZA DE COOPERACIÓN PARA EL DESARROLLO TÉCNICO, 2017. Manual De Capacitación Sector Ladrillero en América Latina. , no. Primera Edición,

- pp. 56.
- GALINDO, M. y RÍOS, V., 2015. "Productividad" en Serie de Estudios Económicos. , vol. I, pp. 9.
- GÓMEZ, M.M., 2006. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. S.l.: Editorial Brujas. ISBN 9875910260.
- GUTIÉRREZ, H., 2010. *Calidad Total y productividad*. Mexico: Mc. Graw Hill. ISBN 9786071503152.
- HERNÁNDEZ, J. y VIZÁN, A., 2013. Lean Manufacturing : Conceptos, técnicas e implantación. *Escuela de organización industrial*, pp. 178. ISSN 9788415061403.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. del P., 2016. *Metodología de la investigación*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- HUAMAN, R., 2017. Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de fabricación de piezas estructurales en la empresa RESEMIN S.A. , pp. 174.
- HUAMANI, H., 2017. Aplicación de la Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de cocción en la empresa ladrillera Huamaní, Carabayllo, 2017. *Universidad César Vallejo*, pp. 158.
- LAM, R. y HERNÁNDEZ, P., 2016. Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud? [en línea], pp. 77. Disponible en: <http://www.enlinea.cij.gob.mx/Cursos/Hospitalizacion/pdf/EficaciaEfici.pdf>.
- LARK, L., 2020. Nosotros - Ladrillos Lark. [en línea]. [Consulta: 2 junio 2020]. Disponible en: <https://ladrilloslark.com.pe/nosotros/>.
- LEAN SOLUTIONS, 2017. Lean Manufacturing. [en línea]. [Consulta: 3 octubre 2018]. Disponible en: <http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>.
- LÓPEZ, P., 2004. Población muestra y muestreo. *Punto cero*, vol. 9, no. 08, pp. 69-74. ISSN 1815-0276.
- MASAAKI, I., 1992. *Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa*. Mc Graw-Hi. Bogota: s.n.
- MOKATE, K., 2001. Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad:¿ qué queremos decir? . S.l.: Inter-American Development Bank.
- MONJE, C., 2011. *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. S.l.: s.n. ISBN 9788474238808.
- MUNTEANU, V. y ȘTEFĂNIGĂ, A., 2018. Lean Manufacturing in SMEs in Romania.

- Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 9.
- OROZCO, E., 2016. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport. ,
- ORTEGA, K., SARMIENTO, V. y VILLEGAS, A., 2016. La construcción alrededor del mundo ¿Qué ha pasado y qué podemos esperar ? , pp. 13.
- PADILLA, L., 2010. Lean manufacturing - Manufactura esbelta/ágil. *Revista Electrónica Ingeniería Primero*, pp. 69.
- PADUA, J., 2018. *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. S.l.: Fondo de Cultura Económica. ISBN 607165016X.
- PALOMINO, M., 2012. Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. , pp. 108.
- PATIÑO, D., 2017. Aplicación de metodología Lean Manufacturing para una línea de producción en el sector automotriz. , pp. 50.
- PELÁEZ, M., 2009. Desarrollo de una metodología para mejorar la productividad del proceso de fabricación de puertas de madera en la empresa MADERCO. , pp. 126.
- PIMIENTA, J. y DE LA ORDEN, A., 2017. Metodología de la investigación. , pp. 216.
- PROKOPENKO, J., 1989. *La gestión de la productividad*. Ginebra: s.n. ISBN 9223059011.
- RAHANI, A.R. y AL-ASHRAF, M., 2012. Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*. S.l.: s.n., DOI 10.1016/j.proeng.2012.07.375.
- REALI, L., 2006. Aplicação da técnica de eventos kaizen na implantação de produção enxuta: estudo de casos em uma empresa de autopeças. , DOI 10.11606/D.18.2006.tde-15122006-082053.
- SANCHEZ, O.D.R.J., 2006. *Indicadores de productividad para la industria portuaria: aplicación en América Latina y el Caribe*. S.l.: United Nations Publications. ISBN 9213229496.
- SANCHO, A., 2014. Entender la Lean Manufacturing: Origen, desarrollo y aplicación en empresas occidentales. , pp. 254.
- SARMIENTO, C., 2018. Incremento de la productividad en el área de producción de la empresa Mundiplast mediante un sistema de producción esbelto Lean Manufacturing. *Escuela Politécnica Nacional*, pp. 244.
- SHOOK, J., 2009. Toyota's Secret: The A3 Report. , vol. 50, pp. 6.
- SUNDAR, R., BALAJI, A. y SATHEESHKUMAR, R., 2014. A review on lean

- manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, pp. 6.
- VALDERRAMA, S., 2013. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. *Perú: Editorial San Marcos*,
- VILANA, J., 2011. Fundamentos del Lean Manufacturing Dirección de Operaciones Fundamentos del Lean Manufacturing. , pp. 1-12.
- WEIGEL, A., 2000. Lean Thinking by Womack and Jones. *Review Literature And Arts Of The Americas*, pp. 5.

Anexo 1: Matriz de Operacionalización


VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLES INDEPENDIENTE	Lean Manufacturing se puede definir como un conjunto de principios, que definen el valor del producto / servicio según lo percibido por el cliente, evaluando las actividades y flujo de la producción, buscando la mejora continua (Sundar, Balaji y SatheeshKumar 2014).	Lean manufacturing o también conocido como proceso esbelto, está basado en una producción limpia, es decir, eliminar los tiempos de paradas y eliminar los desperdicios. (Padilla 2010).	Despilfarro	Tack Time $TT = \frac{TD}{DDL}$ TD: Tiempo disponible (s) DDL: Demanda diaria de ladrillos (t)	Razón
LEAN MANUFACTURING			Tiempo de paradas	Tiempo medio de fallas $MTTF = \frac{TTP}{TP}$ TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: Fallas	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE	La productividad es un indicador el cual mide qué tan eficiente ha sido la utilización de los recursos, de nuestro trabajo y nuestro capital para producir un bien o servicio (Galindo y Ríos 2015).	La productividad es una medida que se utiliza para saber que tan bien manejamos nuestros recursos y que se puede determinar mediante la eficacia y la eficiencia (Carro y González 2014).	Eficiencia	Eficiencia $E = \frac{LTS}{LP}$ LTS: Ladrillos en tendales de secado (t) LP: Ladrillos producidos (t)	Razón
PRODUCTIVIDAD			Eficacia	Eficacia $Ef = \frac{H-Hr}{H-Hp}$ H-Hr: Horas hombres empleadas (h) H-Hp: Horas hombre programadas (h)	Razón

Anexo 2: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la productividad de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
Específicos		
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la eficiencia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.
¿De qué manera el Lean Manufacturing incrementara la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019?	Determinar cómo el Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.	El Lean Manufacturing incrementa la eficacia de la línea 3 en la empresa Ladrillos Lark, Puente Piedra 2019.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Validación instrumentos


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE								
Dimensión 1 : Kaizen								
	$TT = \frac{TD}{DD}$ Leyenda: TT: Tack time (h) TD: Tiempo disponible (h) DD: Demanda diaria (l)	✓		✓		✓		
Dimensión 2 : Despilfarró								
	$MTTF = \frac{TTP}{TP}$ Leyenda: MTTF: Tiempo medio de falla (min / falla) TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: N° de fallas	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE								
Dimensión 1: Eficacia								
	$E = \frac{LTS}{LP} \times 100\%$ Leyenda: E: Eficacia (%) LTS: Ladrillos en tendales de secado (l) LP: Ladrillos producidos (l)	✓		✓		✓		
Dimensión 2 : Eficiencia								
	$Ef = \frac{H-Hr}{H-Hp} \times 100\%$ Leyenda: Ef: Eficiencia (%) H-Hr: Horas hombres empleadas (h) H-Hp: Horas hombre programadas (h)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

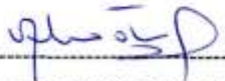
Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: ALEJANDRO SOTO ALAMIRANO DNI: 09885379

Especialidad del validador: INGENIERO ELECTRONICA

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


13 de 06 del 2019
Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Kaizen							
	$TT = \frac{TD}{DD}$ Leyenda: TT: Tack time (h/h) TD: Tiempo disponible (h) DD: Demanda diaria (t)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Dimensión 2: Despilfarró							
	$MTTF = \frac{TTP}{TP}$ Leyenda: MTTF: Tiempo medio de falla (min / falla) TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: N° de fallas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	VARIABLE DEPENDIENTE	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1: Eficacia							
	$E = \frac{LTS}{LP} \times 100\%$ Leyenda: E: Eficacia (%) LTS: Ladrillos en tendales de secado (t) LP: Ladrillos producidos (t)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Dimensión 2: Eficiencia							
	$Ef = \frac{HMr}{HMAp} \times 100\%$ Leyenda: Ef: Eficiencia (%) H-Hr: Horas hombre empleadas (h) H-Hp: Horas hombre programadas (h)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. / Mg: Mh. Delgado Montes, Mary Lavin DNI: 47913809

Especialidad del validador: Gestión de Producción

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



.....de.....del 2019 ⁹

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y PRODUCTIVIDAD

Nº	VARIABLE / DIMENSION	Pertinencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE							
	Dimensión 1 : Kalzen							
	$TT = \frac{TD}{DD}$ Leyenda: TT: Tack time (h/t) TD: Tiempo disponible (h) DD: Demanda diaria (t)	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 : Despilfarró							
	$MTTF = \frac{TTP}{TP}$ Leyenda: MTTF: Tiempo medio de falla (min / falla) TTP: Tiempo total de paradas (min) TP: N° de fallas	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE							
	Dimensión 1: Eficacia							
	$E = \frac{LTS}{LP} \times 100\%$ Leyenda: E: Eficacia (%) LTS: Ladrillos en tendales de secado (t) LP: Ladrillos producidos (t)	✓		✓		✓		
	Dimensión 2 : Eficiencia							
	$Ef = \frac{NMp}{HMp} \times 100\%$ Leyenda: Ef: Eficiencia (%) H-Hr: Horas hombres empleadas (h) H-Hp: Horas hombre programadas (h)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. (Mg): ESTRADA NUÑEZ SANTIAGO DNI: 08063487

Especialidad del validador: ING. Químico

Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo



Firma del Experto Informante.

13 de 06 del 2019

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Anexo 4: Instrumento de recolección de datos del Tack Time

Instrumento de recolección de datos				
Empresa		Ladrillos Lark		
Responsable de la recolección de datos		César Vela Valqui		
Dimensión		Kaizen		
Indicador		Tack Time		
Fecha de inicio de recolección de datos				
Fecha final de recolección de datos				
N°	Fecha	Tiempo disponible (s)	Demanda diaria de ladrillos (t)	Tack Time (s / t)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Instrumento de recolección de datos del Despilfarro

Instrumento de recolección de datos				
Empresa		Ladrillos Lark		
Responsable de la recolección de datos		César Vela Valqui		
Dimensión		Despilfarro		
Indicador		Tiempo medio de falla - MTF		
Fecha de inicio de recolección de datos				
Fecha final de recolección de datos				
N°	Fecha	Tiempo total de paradas (min)	Total de paradas	MTTF (min / falla)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Instrumento de recolección de datos de la eficiencia

Instrumento de recolección de datos				
Empresa		Ladrillos Lark		
Responsable de la recolección de datos		César Vela Valqui		
Dimensión		Eficacia		
Fecha de inicio de recolección de datos				
Fecha final de recolección de datos				
N°	Fecha	Ladrillos en tendales de secado (t)	Ladrillos producidos (t)	Eficacia (%)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Instrumento de recolección de datos de la eficacia

Instrumento de recolección de datos				
Empresa		Ladrillos Lark		
Responsable de la recolección de datos		César Vela Valqui		
Dimensión		Eficiencia		
Fecha de inicio de recolección de datos				
Fecha final de recolección de datos				
N°	Fecha	Horas máquina empleadas (h)	Horas máquina programadas (h)	Eficiencia (%)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Presupuesto de la investigación

Presupuesto	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Materiales de oficina (lapiceros, reglas, materiales de archivo, micas, hojas bond, etc.)	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 100.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 100.00	S/ 100.00	S/ 200.00	S/ 650.00
Calculadora científica	S/ 90.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 90.00
Impresiones	S/ 40.00	S/ 0.00	S/ 40.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 120.00	S/ 360.00
Cuadernos de registro	S/ 10.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 10.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 20.00
Uso de internet	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 80.00	S/ 560.00
Horas de uso de la computadora	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 40.00	S/ 280.00
Carpeta de bachiller	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,500.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 1,500.00
Carpeta de titulación	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 2,000.00
Anillados	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 20.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 20.00
Gastos de implementacion										
Reuniones Kaizen (2 reuniones)	-	-	-	-	S/ 300.00	S/ 300.00	-	-	-	S/ 600.00
Horas de trabajo del personal	-	-	-	-	S/ 200.00	S/ 200.00	-	-	-	S/ 400.00
Gastos de personal										
Jefe de Produccion	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 7,500.00	S/ 67,500.00
Jefe de turno	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 4,550.00	S/ 40,950.00
Supervisor de tendales	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 2,700.00	S/ 24,300.00
Cesar Vela Valqui	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00	S/ 13,500.00
Total Presupuesto										S/ 152,730.00