



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Implementación del mantenimiento planificado para la mejora de la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una Empresa Farmacéutica, Ate, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**

SURICHAQUI VIDAL, JUAN CARLOS

**ASESOR**

MBA. AÑAZCO ESCOBAR, DIXON GROKY

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

**LIMA-PERÚ**

**2018**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
N°019(D) -2018-I-UCV Lima Ate/PFA/EP II**

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado con RESOLUCION DIRECTORAL N° 039(R) -2018-UCV Lima Ate/PFA/EP II de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial acuerdan:

**PRIMERO.-**

- Aprobar pase a publicación ( )
- Aprobar por unanimidad (X)
- Aprobar por mayoría ( )
- Desaprobar ( )

La tesis presentada por el (la) estudiante SURICHAQUI VIDAL JUAN CARLOS, denominado: **IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACEUTICA, ATE,2018**

**SEGUNDO.-** Al culminar la sustentación, el (la) estudiante **SURICHAQUI VIDAL JUAN CARLOS**, obtuvo el siguiente calificativo:

NUMERO	LETRAS	CONDICIÓN
17	DIECISIETE	Aprobado por unanimidad

Presidente (a): MBA. AÑAZCO ESCOBAR, DIXON GROKY

*[Handwritten Signature]*  
Firma

Secretario: MGTR. OCHOA SOTOMAYOR, NANCY

*[Handwritten Signature]*  
Firma

Vocal: MGTR. ZUÑIGA FLORES, LUIS ALFREDO

*[Handwritten Signature]*  
Firma



*[Handwritten Signature]*

Dra. Acuña Barrueto, Miriam Elizabeth  
Coordinador de Escuela  
UCV – Lima Ate

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



### **Agradecimientos**

Agradezco a todos los docentes de la UCV que me brindaron el conocimiento en el desarrollo de este trabajo.

## Declaratoria de Autenticidad

Yo Juan Carlos Surichaqui Vidal con DNI N°41702673, 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 de ingeniería Industrial declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todo los datos e información que se presenta en al presente tesis son autentico y veraces.

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

Lima, 21 de Junio del 2018



.....

Juan Carlos Surichaqui Vidal

DNI: 41702673

## **Presentación**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Título de la universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Implementación del Mantenimiento planificado para la mejora de la Productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa Farmacéutica, Ate, 2018" la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Juan Carlos Surichaqui Vidal

## Índice

Página Del Jurado .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Declaratoria de Autenticidad .....	iv
Presentación .....	v
Índice.....	vii
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Realidad Problemática.....	18
1.2 Trabajos previos .....	28
1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	28
1.2.2. Antecedentes Nacionales .....	32
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	36
1.3.1. Mantenimiento Planificado.....	36
1.3.2. Diagrama de operación de procesos (DOP) .....	43
1.3.3. Diagrama de análisis de procesos (DAP) .....	43
1.3.4. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa).....	43
1.3.5. Diagrama de Pareto.....	43
1.3.6. Productividad .....	43
1.4. Formulación del problema .....	47
1.4.1. Problema general.....	47
1.4.2. Problemas específicos .....	47

1.5. Justificación del estudio .....	48
1.6. Hipótesis .....	49
1.6.1. Hipótesis General .....	49
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	49
1.7. Objetivos .....	50
1.7.1. Objetivos Generales .....	50
1.7.2. Objetivos Específicos .....	50
II. MÉTODO .....	51
2.1. Diseño de Investigación .....	52
2.2. Variables de Operacionalización .....	54
2.2.1. Variable Independiente: Mantenimiento Planificado .....	54
2.2.2. Variable Dependiente: Productividad .....	54
2.3. Población y muestra .....	56
2.3.1. Población .....	56
2.3.2. Muestra .....	56
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	57
2.4.1. Técnica .....	57
2.4.2. Instrumento .....	57
2.4.3. Validez y Confiabilidad .....	61
2.5. Métodos de análisis de datos .....	61
2.5.1. Descripción de la empresa .....	61
2.5.2. Línea de envasado de productos en polvo para suspensión .....	63
2.5.3. DOP de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión .....	64
2.5.4. DAP del área de envasado de productos en polvo para suspensión .....	66
2.5.5. Proceso de envasado .....	67

2.5.6. Paradas de la maquina .....	70
2.5.7. Rendimiento de máquina .....	71
2.5.9. Cantidad de viales por lotes envasados .....	73
2.5.10. Implementación del método:.....	74
2.5.12. Resultados comparativos .....	81
2.6. Aspectos éticos.....	84
III. RESULTADOS .....	85
3.1. Análisis descriptivo .....	86
3.2. Análisis Inferencial .....	98
3.2.1. Prueba de normalidad:.....	98
3.2.2. Prueba de hipótesis: .....	101
IV. DISCUSIÓN.....	107
V. CONCLUSIÓN.....	109
VI. RECOMENDACIONES.....	111
VII. REFERENCIAS .....	113
ANEXOS .....	118
Anexo 1. Registro de monitoreo de equipo .....	119
Anexo 2. Ficha tecnica de equipo .....	120
Anexo 3. Registro de inspección y limpieza .....	121
Anexo 4. Formato de lubricación de máquina .....	122
Anexo 5. Registro de datos del mantenimiento correctivo .....	123
Anexo 6. Registro de datos del mantenimiento preventivo .....	124
Anexo 7. Certificado de calibración de balanza.....	125
Anexo 8. Plan de mantenimiento preventivo anual .....	126
Anexo 9. Plan de mantenimiento preventivo cuatrimestral.....	127



Anexo 10. Promedio de datos del antes y el despues de la disponibilidad y productividad .....	128
Anexo 11. Datos de disponibilidad - antes .....	129
Anexo 12. Datos de disponibilidad - despues.....	130
Anexo 13. Datos de productividad - antes.....	131
Anexo 14. Datos de productividad - despues .....	132
Anexo 15. Validación de instrumentos .....	133
Anexo 16. Matriz de consistencia.....	136

## Índice de Tablas

Tabla 1. Principales causas que afecten la baja productividad. ....	20
Tabla 2. Tiempo de paradas de máquina en la línea de productos en suspensión. .....	23
Tabla 3. Matriz de Operacionalización de la variable independiente mantenimiento planificado. ....	55
Tabla 4. Matriz de Operacionalización de la variable dependiente productividad. ....	55
Tabla 5. Formato de medición de Disponibilidad Operacional. ....	58
Tabla 6. Formato de medición de utilización de maquinaria. ....	59
Tabla 7. Formato de medición de cumplimiento de producción. ....	60
Tabla 8. Diagrama de actividades del proceso de la línea de Envasado de productos en suspensión. ....	66
Tabla 9. Horas paradas de máquina de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión. ....	70
Tabla 10. Capacidad de envasado según el rendimiento de máquina. ....	72
Tabla 11. Cantidad de producto envasado. ....	73
Tabla 12. Cantidad de viales por lotes envasados. ....	73
Tabla 13. Etapas de implementación del mantenimiento planificado. ....	75
Tabla 14. Cronograma de implementación del mantenimiento planificado. ....	76
Tabla 15. Cuadro de resultados estadísticos de Productividad. ....	86
Tabla 16. Cuadro de resultados estadísticos de Eficiencia. ....	89
Tabla 17. Cuadro de resultados estadísticos de Eficacia. ....	92
Tabla 18. Cuadro de resultados estadísticos de Disponibilidad. ....	95
Tabla 19. Cuadro de pruebas de normalidad de Productividad. ....	98
Tabla 20. Cuadro de pruebas de normalidad de Eficiencia. ....	99

Tabla 21. Cuadro de pruebas de normalidad de Eficacia.....	100
Tabla 22. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Productividad. ....	102
Tabla 23. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Productividad. ....	102
Tabla 24. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Eficiencia. ....	103
Tabla 25. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Eficiencia.....	104
Tabla 26. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Eficacia. ....	105
Tabla 27. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Eficacia.....	105

## Índice de Figuras

Figura 1. Crecimiento de las ventas de las industrias farmacéuticas a nivel mundial en el 2015. ....	18
Figura 2. Movimiento económico del Mercado farmacéutico en América Latina en el 2017. ....	19
Figura 3. Diagrama de Ishikawa de las principales causas de la baja productividad en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión. ....	21
Figura 4. Diagrama de Pareto las principales causas de la baja productividad en la línea de envasado de productos den polvo para suspensión. ....	22
Figura 5. Porcentaje de disponibilidad operacional de la maquina Dosificadora de polvo Cima. ....	24
Figura 6. Porcentaje de utilización la máquina Dosificadora de polvo Cima. ....	25
Figura 7. Porcentaje de cumplimiento de la línea de productos en polvo para suspensión. ....	26
Figura 8. Productividad de la línea de productos en polvo para suspensión. ....	27
Figura 9. Clasificación del mantenimiento planificado. ....	39
Figura 10. Pilares del mantenimiento productivo total. ....	40
Figura 11. Ciclo de vida de un equipo en la curva de la bañera. ....	42
Figura 12. Línea de envasado de productos en polvo para suspensión. ....	63
Figura 13. Diagrama de Operaciones de la línea de envasado de productos en suspensión. ....	64
Figura 14. Máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569. ....	67
Figura 15. Pulmón alimentador de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569 .....	68
Figura 16. Estación de dosificado de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569 .....	69

Figura 17. Estación de taponado de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569 .....	69
Figura 18. Pulmón de salida de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569	70
Figura 19. Grafica de paradas de la maquina dosificadora de polvo Cima .....	71
Figura 20. Grafico comparativo de la utilización de Disponibilidad operacional del antes y después. ....	81
Figura 21. Grafico comparativo de la utilización de maquinaria del antes y después.....	82
Figura 22. Grafico comparativo del cumplimiento de producción del antes y después.....	83
Figura 23. Grafico comparativo de la productividad del antes y después. ....	84
Figura 24. Graficas de histograma y curva normal de Productividad .....	87
Figura 25. Graficas de histograma y curva normal de Eficiencia.....	90
Figura 26. Graficas de histograma y curva normal Eficacia. ....	93
Figura 27. Graficas de histograma y curva normal de Disponibilidad.....	96

## RESUMEN

La presente investigación que presento a continuación denominada “Implementación del Mantenimiento planificado para la mejora de la Productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa Farmacéutica, Ate, 2018”, cuyo objetivo consiste en implementar el mantenimiento planificado como una herramienta que nos ayudara a eliminar las averías y los defectos que conducen a pérdidas de producción, paradas innecesarias y despilfarro, el área de mantenimiento trabaja conjuntamente con producción para hacer de esta herramienta un uso efectivo, el mantenimiento planificado es uno de los pilares del mantenimiento productivo total que busca mejorar la productividad de la línea de envasado de productos en polvos para suspensión en una empresa farmacéutica Ate, 2018. Como variable independiente del proyecto de investigación se encuentra el mantenimiento planificado siendo su dimensión la Disponibilidad y como variable dependiente la Productividad, cuyas dimensiones son: la eficiencia y eficacia. La muestra para el presente proyecto de investigación será todos los datos de la producción de envasado de viales con producto en polvo para suspensión de 500 mg, conformado por 106 días, considerando para el pre-test: 53 días y para el pos-test: 53 días, durante el año 2017– 2018. El presente diseño de la investigación es cuasi experimental. Finalmente, se determina que en promedio la productividad antes de la implementación del mantenimiento planificado es de 58% en comparación a un resultado posterior del 74% logrando alcanzar una mejora del 16%.

Las palabras claves: mantenimiento planificado, productividad, polvo para suspensión.

## ABSTRACT

The present investigation that I present below named "Implementation of the planned Maintenance for the improvement of the Productivity of the packaging line of powder products for suspension in a pharmaceutical company, Ate, 2018", whose objective is to implement the planned maintenance as a tool that will help us eliminate faults and defects that lead to production losses, unnecessary stops and waste, the maintenance area works together with production to make this tool an effective use, planned maintenance is one of the pillars of maintenance Total productive that seeks to improve the productivity of the line of packaging of products in powders for suspension in a pharmaceutical company Ate, 2018. As independent variable of the research project is planned maintenance being its dimension the Availability and dependent variable the Productivity, whose dimensions are: efficiency and effectiveness. The sample for the present research project will be all the data of the production of packaging of vials with powdered product for suspension of 500 mg, consisting of 106 days, considering for the pre-test: 53 days and for the post-test: 53 days, during the year 2017- 2018. The present design of the research is quasi-experimental. Finally, it is determined that on average the productivity before the planned maintenance implementation of 58% compared to a subsequent result of 74% achieving an improvement of 16%.

Keywords: planned maintenance, productivity, powder for suspension.

## **I. INTRODUCCIÓN**



## 1.1 Realidad Problemática

El mercado farmacéutico se vuelve cada vez más atractivo por la alta rentabilidad y el incremento de ventas de sus productos a nivel mundial, esto conlleva a que las industrias con el objetivo de mantenerse dentro de un mercado competitivo recurran a nuevas estrategias empresariales, entre una de ellas contar con sistemas integrales de mantenimiento que ayuden a mejorar su productividad.

En referencia a la alta rentabilidad de este sector farmacéutico la IMS Health (2015) señala:

La industria farmacéutica es un sector industrial y empresarial dedicado a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos para el tratamiento y prevención de las enfermedades y del cuidado de la salud en general, a nivel mundial durante el año 2015 el sector gozó de un crecimiento alrededor del 4% anual y se proyecta una progresión del 4% y 7% hasta el 2018, sobrepasando los 1000 millones de dólares, Teniendo un mayor incremento los países emergentes como China, Brasil y la India que sobrepasan el 10% anual, a diferencia de los demás países, del orden del 1% al 4% anual.

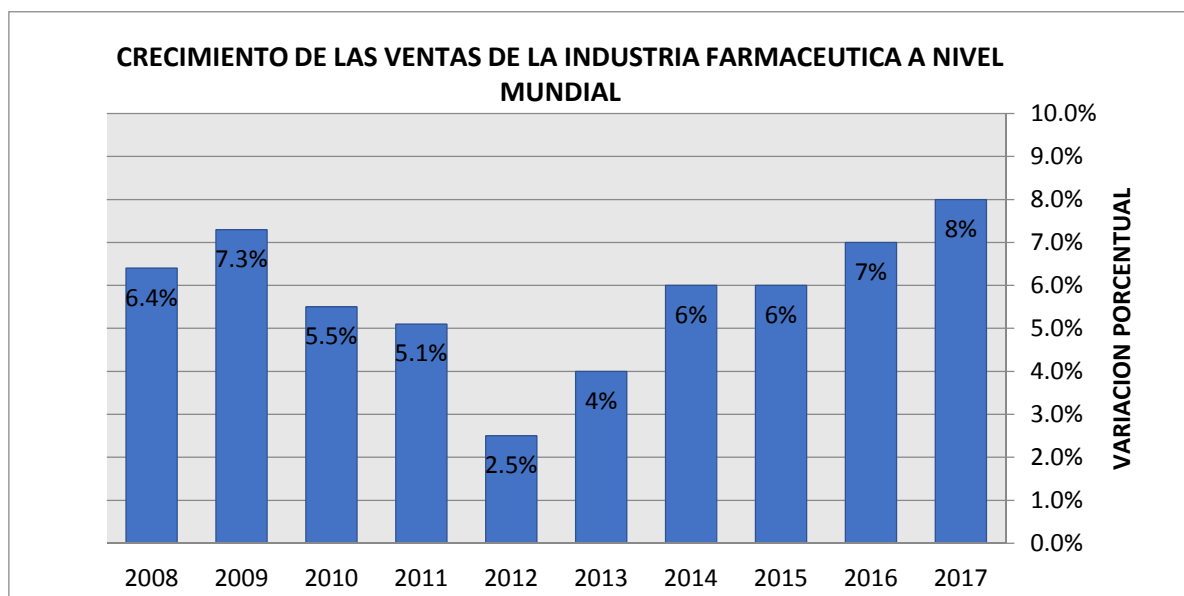


Figura 1. Crecimiento de las ventas de las industrias farmacéuticas a nivel mundial en el 2015.

Fuente: IMS Health.

Ante el crecimiento de las empresas del sector farmacéuticos, el mantenimiento empieza a tomar mayor protagonismo como un aliado estratégico, enfocado a reducir significativamente los costos del funcionamiento de la planta en general y por ende mejorar la productividad de las empresas.

América latina no es ajeno al crecimiento del mercado farmacéutico, el sector se torna muy competitivo, las empresas nacionales y transnacionales compiten por ejercer su posicionamiento en el mercado, surgiendo amenazas por el ingreso de nuevos productos importados y genéricos a menor costo en el mercado, todo esto conlleva a que dentro de un contexto operacional, los periodos improductivos a causa de las fallas, paradas de los equipos, falta de programas de mantenimiento y deficiente gestión de repuestos, generen un gran impacto en la producción.

En referencia al incremento del mercado latinoamericano del sector farmacéutico la asociación latinoamericana de industrias farmacéuticas (2017) indica:

En América latina el crecimiento represento un 18.1%, debido a que el monto total de los fármacos de US\$53.221 millones en el 2015 a US\$62,847 millones en 2016, para una diferencia absoluta de US\$9,626 millones.



Figura 2. Movimiento económico del Mercado farmacéutico en América Latina en el 2017.

Fuente: Alifar.

A nivel nacional el sector farmacéutico genera más de 77 mil puestos de trabajo directos lo que representa casi el 0.5% de la población económicamente activa (PEA) nacional; para el 2014 la producción incremento a 918 millones de soles lo que equivale a 1.4% del PBI manufacturero según cifras del INEI.

La empresa farmacéutica a la que llamaremos Farma está dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos farmacéuticos, en la actualidad la empresa ha tenido un incremento de su producción por la alta demanda de productos farmacéuticos en el mercado nacional; esto ha conllevado que la empresa se vea afectado por los incumplimientos de lotes envasados ante una mayor demanda, esto a causa de las constantes paradas imprevistas de las máquinas por las diferentes fallas, avería y la falta de repuestos críticos que conllevan a un mayor tiempo de respuesta en restablecer las condiciones operativas de la maquina; estas horas improductivas han estado incrementándose progresivamente de forma negativa, ocasionando en las maquinas reducción de sus horas efectivas de funcionamiento en comparación a lo programado y por ende reduciendo su disponibilidad operacional e impactando considerablemente en su productividad de los procesos productivos; siendo la línea de productos en polvo para suspensión la más afectada y por ello nuestro motivo de estudio de investigación, observándose en la tabla las diferentes causas que afectan la baja productividad.

*Tabla 1. Principales causas que afecten la baja productividad.*

6 M	CAUSAS
MATERIALES	Frascos defectuosos
	Polvo con diferente granulaci3n
MAQUINA	Averías de maquina
	Falla de los componentes
	Deterioro prematuro
	Falta de repuestos críticos
MEDICI3N	Instrumentos fuera de especificaciones
METODOS	Métodos incorrectos
	Falta de procedimientos
MANO DE OBRA	Falta de capacitaci3n
	Falta de experiencia
MEDIO AMBIENTE	Exposici3n de polvo

Fuente: Elaboraci3n Propia.

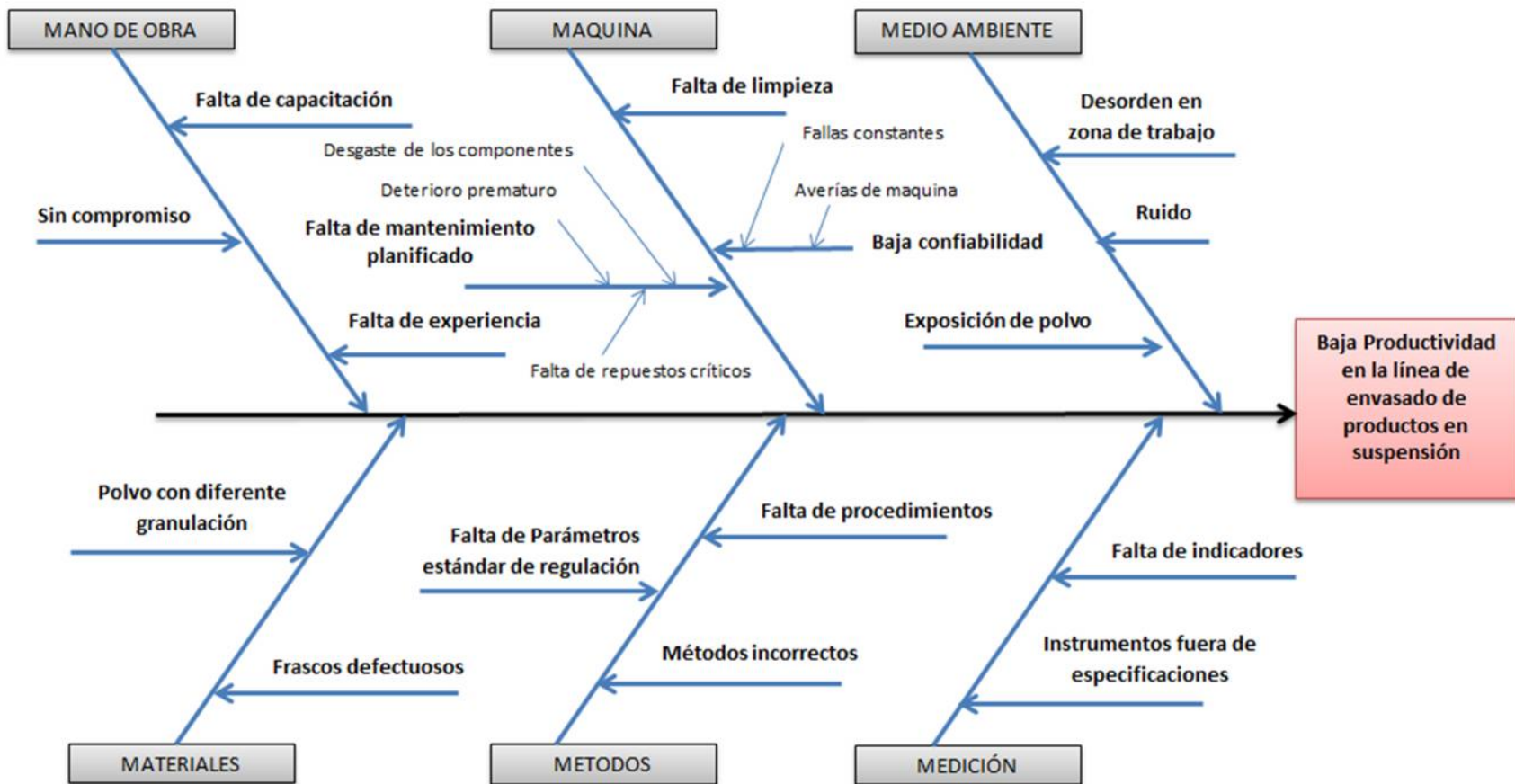


Figura 3. Diagrama de Ishikawa de las principales causas de la baja productividad en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

## DIAGRAMA DE PARETO

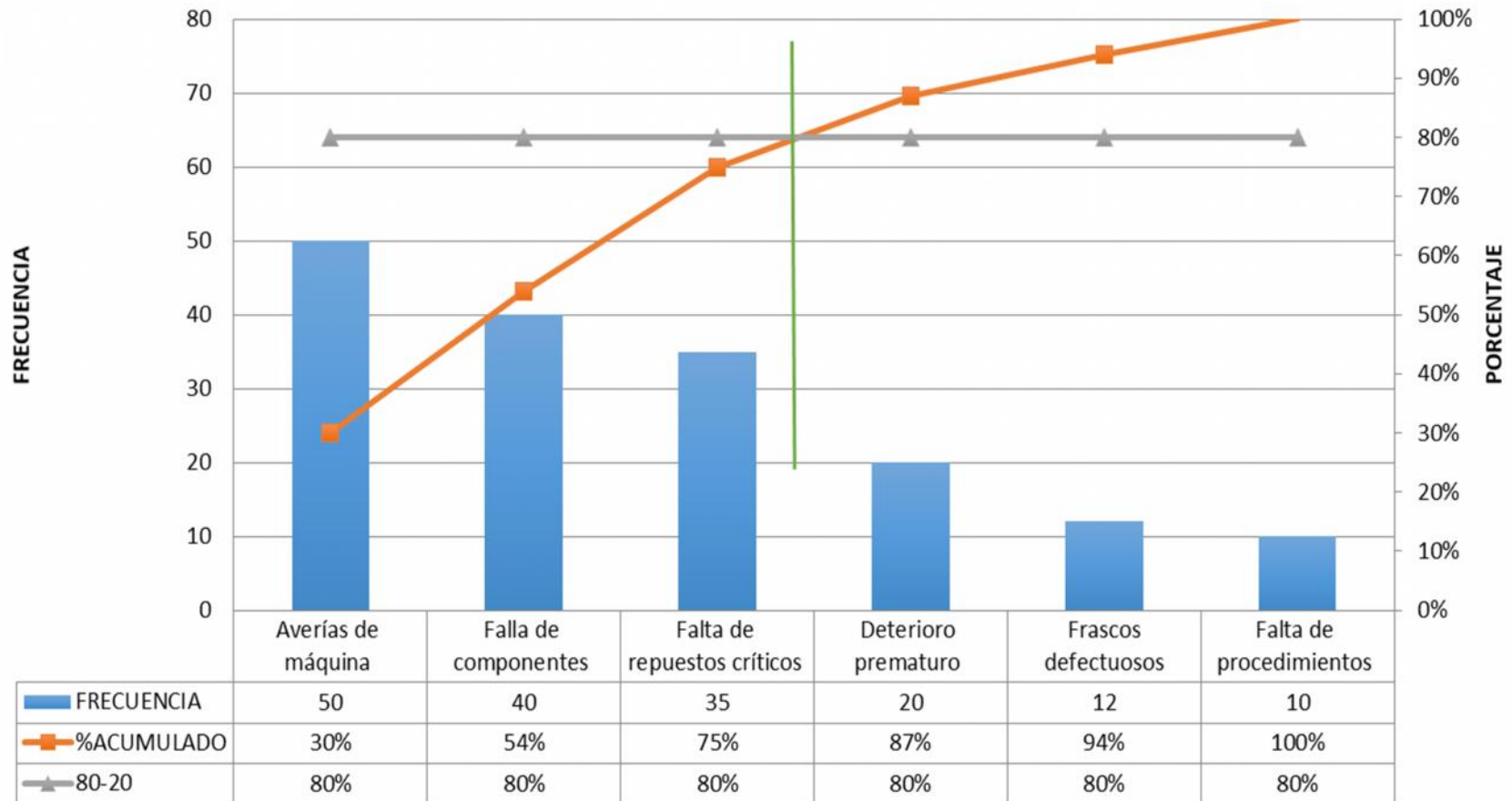


Figura 4. Diagrama de Pareto de las principales causas de la baja productividad en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

Por tal motivo, el presente proyecto se elabora con el objetivo de mejorar la productividad a través de Mantenimiento Planificado, en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión, esto permitirá que la línea mejore su eficiencia, eficacia asimismo contribuirá a incrementar la disponibilidad y mejorar las condiciones operativas de las máquinas, eliminando las averías, defectos que conducen a pérdidas de producción, paradas innecesarias de las máquinas y despilfarro, evitando generar retrasos en los próximos envasados.

La línea de envasado de productos en polvo para suspensión se inicia con el proceso de lavado de viales con agua WFI a través de unos inyectores, bajo un principio ultrasónico, a continuación estos viales serán sometidos a 280°C para poder esterilizarlos y despirogenarlos, seguidamente pasaran a la máquina Dosificadora de polvo Cima, donde se envasara los producto en polvo para suspensión, una vez dosificado y taponado el vial se realizara el precintado de los viales, la limpieza externa de los residuos de polvo generados en el proceso de envasado para posteriormente pasar al área de acondicionado y ser llevado a los almacenes para la venta al mercado.

Nuestro proyecto de investigación se va enfocar en la máquina Dosificadora de Polvo Cima EV-569, siendo esta dentro de la línea de productos en suspensión la de mayor tiempo de paradas, con un promedio de 120 minutos al día , a causa de los distintos fallos y averías en la producción, impactando en la baja productividad de nuestro proceso productivo.

*Tabla 2. Tiempo de paradas de máquina en la línea de productos en suspensión.*

N°	MAQUINAS	PARADAS TIEMPO ( min)
1	Dosificadora de Viales Cima	120
2	Lavadora de Viales Cima	55
3	Túnel de Despirogenado	45
4	Precintadora Cima	30
5	Lavadora Externa Dhara	15
6	Autoclave Cima	10

Fuente: Elaboración Propia.

El laboratorio factura 12 millones de soles mensuales, obteniendo el 30% de la facturación la línea de productos en polvo para suspensión, esta línea cuenta con 6 máquinas, siendo la dosificadora de polvos cima EV-569 una de las máquinas con la mayor cantidad de paradas, con un promedio de 120 minutos al día, durante este tiempo de parada se tiene una pérdida de producción de s/.3 600 000.00 anuales.

Actualmente el área de mantenimiento no cuenta con un sistema de gestión que pueda brindar un mantenimiento sostenible a los equipos, esto ha impactado directamente en la disminución de la disponibilidad operacional de las máquinas.



Figura 5. Porcentaje de disponibilidad operacional de la maquina Dosificadora de polvo Cima.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5. Detalla la baja disponibilidad de la maquina dosificadora de polvo cima EV-569 con un promedio del 79% en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017.

La baja disponibilidad operacional del equipo se debe a las diferentes deficiencias por lo cual atraviesa el área de mantenimiento; dentro de esas deficiencias tenemos: el plan de mantenimiento no están en función a las incidencias de fallas, no se cuenta con tiempos estándares por cada actividad y por ende no se tiene un control de las horas hombre de los técnicos por cada orden de trabajo, generando tiempos improductivos, falta de herramientas de gestión de repuestos que ayuden a tener un mejor control de los materiales y repuesto en la ejecución de los mantenimientos, no se tiene un control de las paradas a través de indicadores que ayuden a mejorar la toma de decisiones en cuanto al planteamiento de soluciones.

En cuanto a la producción, la línea de envasado de productos en polvo para suspensión se ha visto afectada por las constantes paradas de la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569, reduciendo sus horas efectivas de funcionamiento en comparación a las programadas, generando así una baja eficiencia en el uso inadecuado de los recursos.

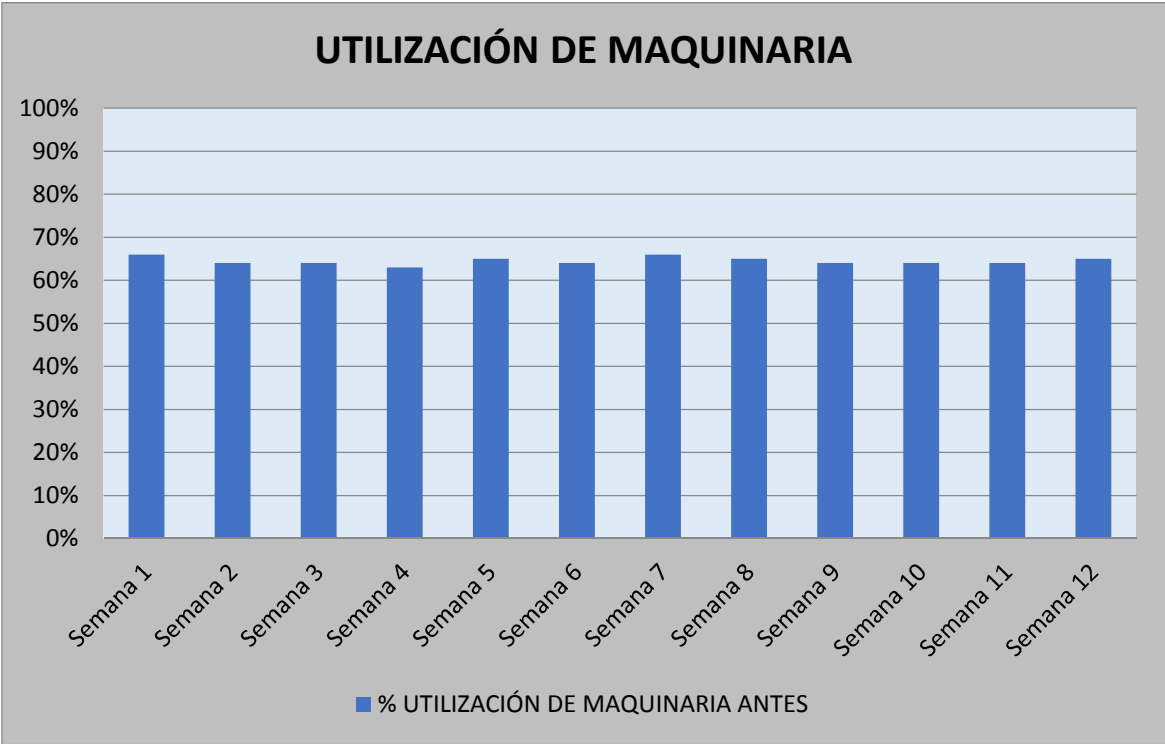


Figura 6. Porcentaje de utilización la máquina Dosificadora de polvo Cima.

Fuente: Elaboración propia.



En la figura 6. Se observa la utilización de la maquinaria con un promedio del 65% en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, esto bajo porcentaje se debe a que no se hace un buen uso del recurso en la línea de envasado.

El bajo porcentaje de utilización de la maquinaria se debe a que el área de producción no cuenta con un adecuado programa de actividades por parte de los operadores en cuanto al cuidado de las máquinas, generando paros constantes de la maquina por las diferentes fallas y averías, este problema se debe a que la maquina trabaja con productos en polvo, siendo este una agente contaminante directo para las máquinas, asimismo el personal no se encuentra capacitado para ejercer actividades básicas como la inspección, limpieza y lubricación de las diferentes partes de la máquina, siendo estas actividades de suma importancia para la preservación y el cuidado de las maquinas por parte de los operadores.

Otros de los problemas que está aquejando a la producción es el incumplimiento de los lotes envasados en comparación a los lotes programados por el área de planificación y programación de la producción, teniendo un alto impacto en la baja eficacia.

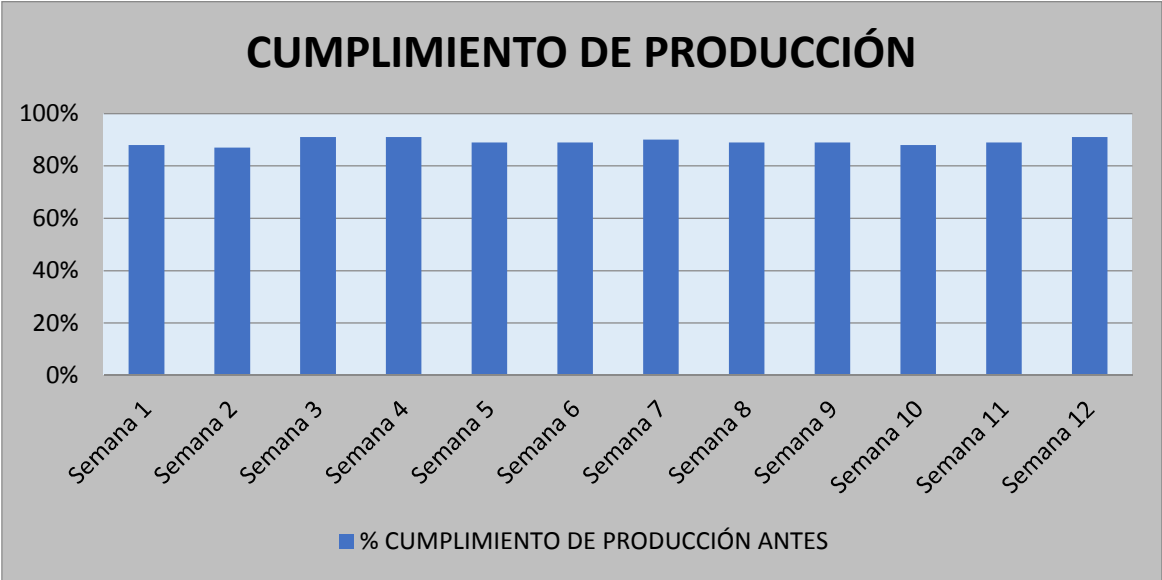


Figura 7. Porcentaje de cumplimiento de la línea de productos en polvo para suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7. Se observa que el cumplimiento de producción en promedio tiene una 89% en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, este bajo porcentaje se debe a que el incumplimiento de los lotes envasados se ha estado incrementando progresivamente por las constantes fallas y averías de las máquinas.

Todos los problemas anteriormente mencionados impactan finalmente en la baja productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

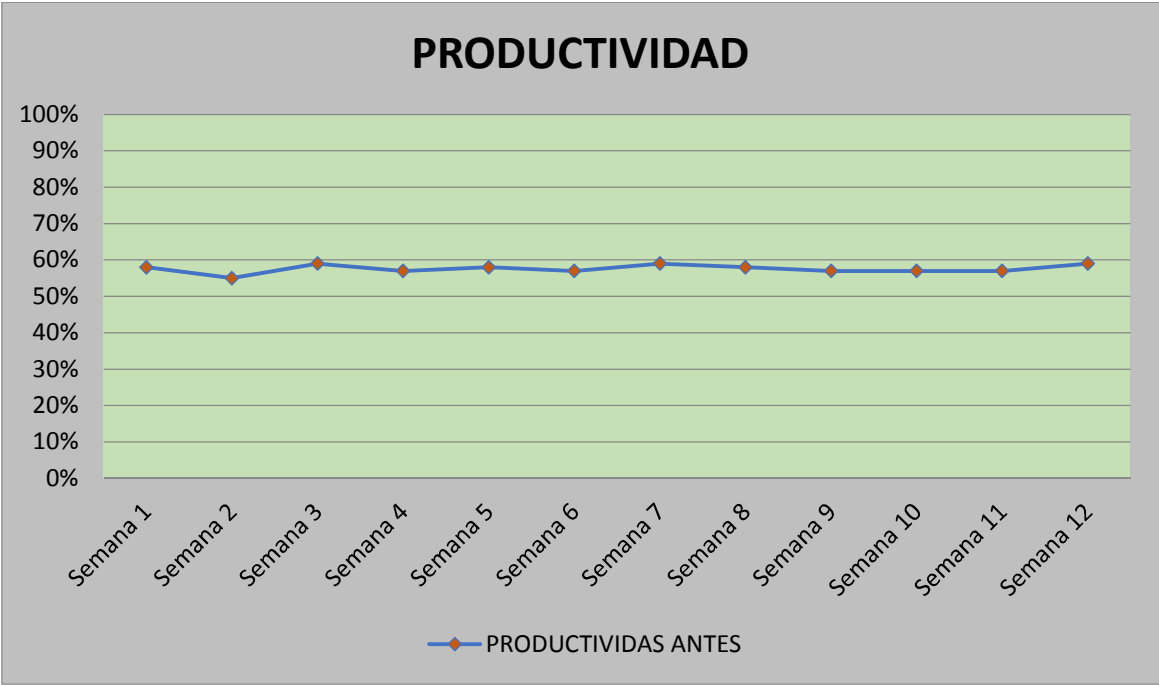


Figura 8. Productividad de la línea de productos en polvo para suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8. Se puede observar que la línea de productos en polvo para suspensión, en promedio tiene un productividad del 58%, en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, esto se debe a los inconvenientes anteriormente mencionados a causa de las paradas imprevistas por averías, falla de los componentes mecánicos y eléctricos, deterioro prematuro de las máquina, así mismo las máquinas no cuentan con repuestos críticos, generando demasiado tiempo de respuesta para poder restablecer su funcionamiento.

## **1.2 Trabajos previos**

En la actual investigación se hace mención a diversos trabajos realizados por investigadores internacionales y nacionales, estos trabajos posteriormente nos permitirán realizar las discusiones en cuanto a los resultados obtenidos y sacar conclusiones que sirvan para tomar en cuenta en el proceso de mejora de la empresa.

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

SIERRA, Enrique. "Plan de implementación del pilar del mantenimiento planificado bajo el mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico". Tesis para optar el título de (Ingeniero Industrial). Por la Universidad de Ingeniería de Antioquia en Colombia, 2013. 101pp. El objetivo fue implementar el mantenimiento planificado, para obtener mejores resultados en los procesos y maquinarias de cerámica, consiguiendo mejorar la vida útil y el funcionamiento de forma confiable de los equipos, esta implementación requiere del compromiso de cada uno de los empleados y el personal técnico, donde el área de mantenimiento y producción deben trabajar de forma conjunta para poder planificar y coordinar de forma eficaz los procesos productivos.

Se concluye que el pilar del mantenimiento planificado en una empresa productora del sector cerámico tiene como resultado una mejora de funcionamiento, observándose un crecimiento desde un 300%, Asimismo, la empresa asume un papel importante en la implementación debido a que es la encargada de alinear todos los objetivos a las áreas involucradas en la cadena de valor para poder hacer entender la importancia de esta metodología.

La tesis en mención, nos ayuda a obtener la información y el enfoque que buscamos para la implementación del mantenimiento planificado, como unos de los pilares del mantenimiento productivo total, que busca el beneficio de toda la empresa, de mejorar su productividad y por ende incrementar los márgenes de rentabilidad.

VILLOTA, Cesar. "Implementación de la técnica de mejoramiento: TPM para aumentar la productividad del proceso de mantenimiento automotriz, en busca del punto de equilibrio entre la oferta y la demanda empresa TOYOCOSTA S.A". Tesis para optar el grado de (Ingeniero Industrial). Por la Universidad de Guayaquil en Ecuador, 2014. 162pp. Su objetivo es organizar y establecer el control del inventario mediante el análisis de la logística del Reproceso con la propuesta de mejora. A través de una comunicación con los clientes, reponiendo de forma inmediata el inventario para satisfacción del cliente. Utilizando herramientas de análisis para seleccionar las alternativas de mejora. Observar el desarrollo actual de los procesos que conforman el servicio de postventa para identificar sus debilidades y amenazas.

Se concluye, que en base a todo el tiempo de investigación, el problema que refleja la empresa a largo plazo, es una pérdida de \$5 7070,80. La planeación y programación del mantenimiento TPM, tiene como fin trazar un proyecto que contenga las acciones a realizarse para el buen desempeño de la empresa, el TPM es un proceso de transformación que incrementa la productividad, que se necesita innovar en TOYOCOSTA. La meta del TPM es aumentar notablemente la productividad, la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado en la empresa. En cuanto al orden económico, se evidencia que la factibilidad de ejecutar este proyecto es viable y se confirma que el retorno de la inversión (ROI) será en un lapso de 3 años al implementar el plan de mantenimiento preventivo total, en las áreas conformadas por almacenes y talleres, para dar un servicio oportuno y de calidad.

El presente trabajo se vincula y guarda relación ya que nos permite conocer el beneficio de manera cuantificable en cuanto la reducción de costos, mejorando la productividad ante un mercado competitivo.

MUÑOS, Marcelo. "Propuesta de mantenimiento productivo total para la línea ZINCALUM de la compañía siderúrgica HUACHIPATO". Tesis para optar el grado de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial del BIO- BIO, Chile, 2011. 243pp. Su objetivo es proponer una estrategia

que mejore la gestión del mantenimiento, disminuyendo al máximo las averías de las máquinas y los productos defectuosos mediante la aplicación de Mantenimiento Productivo Total (TPM). Realizando un análisis de la situación actual de la línea ZINCALUM y calculando los registros de fallas, índices, costos en mantenimiento y funcionamiento de la actual estrategia de mantención, para conocer las debilidades y fortalezas de esta línea, se realizara los cálculos necesarios para poder llevar a cabo distintas ideas que servirán para armar la estrategia propuesta. Se menciona el establecer criticidad a distintos equipos y calcular nuevos índices característicos de TPM. La investigación es de tipo pre experimental y la técnica de recolección de datos es la observación.

Se concluye que el mantenimiento tiene relación directa con la producción, llevándose a cabo las diferentes estrategias para contribuir en la mejora de la actual gestión, contribuyendo a la forma de operar y realizar el mantenimiento de forma eficaz y eficiente, siendo parte de las industrias de clases mundial. Asimismo, minimizar los gastos innecesarios en la compra y reparación de piezas dañadas en un 60%, aplicándose un buen mantenimiento preventivo se puede incrementarse el tiempo de vida útil. Con la mejora de la eficacia del 26.75%, productividad de un promedio de 25.85%, y la mejora de la eficiencia 22.81%.

La investigación nos permite determinar la importancia con el presente estudio partiendo del mantenimiento productivo total como la variable manipulable y los efectos positivos que logramos obtener en la línea productiva con los resultados del incremento en la eficacia y eficiencia para poder mejorar la productividad.

SAGARDOY, Santiago. "Optimización del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a establecimiento bancario". Tesis para optar el grado de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2014. 143pp. El objetivo del presente trabajo es optimizar los servicios de mantenimiento realizado a las diferentes sucursales de un establecimiento bancario a través de la empresa polymont Argentina S.A.

Se concluye que el análisis por cada mejora implementadas determinó aportes de consideración a diferencia de los procesos actuales descritos a lo largo del proyecto, los resultados obtenidos por cada una de las mejoras haciendo uso de los indicadores financieros como él (VAN, TIR, B/C y PR) concluye que todas las mejoras logran cumplir con los objetivos propuestos para los mismos es decir el  $VAN > 0$ ;  $TIR > r$ ;  $B/C > 1$ , se llegó a implementar las 5S como una de las herramientas para poder mejorar el orden el depósito de materiales de servicio, se confecciono un cuadro de mando integral que ayude a poder sustentar a la hora del análisis de las causas y consecuencias en las actividades diarias del servicio, se confecciono un plan de mantenimiento para las maquinas del taller dejando de contar con el servicio de terceros logrando establecer igual condición de servicio y la seguridad correspondiente.

El antecedente citado guarda relación con respecto a la implementación del mantenimiento planificado logra obtener beneficios económicos de consideración y solucionar problemas en cuanto a la planificación y programación de los mantenimiento, lográndose evidenciar que a través de efectivo plan de mantenimiento se logra restablecer la continuidad operatividad de la maquina o equipo.

GUALDRÓN, Roberto. GÓMEZ, Oscar.” Herramientas de productividad aplicadas al mejoramiento de procesos en un laboratorio farmacéutico”. Tesis para optar el título de (Maestría en Ingeniería Industrial). Por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI Santiago de Cali, Colombia. 2013. 93pp. Plantea como objetivo general contribuir a la competitividad del sector Farmacéutico en Colombia. La metodología fue aplicada en base de las herramientas de productividad.

Se concluyó que a través del método la implementación de las diferentes herramientas de productividad, se incrementó la productividad en un 22 %, asimismo se pudo instituir una guía para desarrollar la gestión de la productividad en una planta farmacéutica, basado en la metodología TOC,

La aplicación del antecedente citado nos permitirá reconocer el cuello de botella, explorarlo, supeditar los demás procesos y realzar que limitaciones presenta el sistema, para incrementar la capacidad y la eficiencia de los procesos productivos.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

GONZALES, Jorge. “Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C”. Tesis para optar el título profesional de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Chiclayo- Perú, 2016. 102pp. El objetivo fue implementar el mantenimiento planificado para mejorar la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C reduciendo en promedio el 80% de las paradas en los procesos productivos de molido y amasado en la elaboración del ladrillo, inicialmente se tenía 106.5 y 81 horas de pérdida, por paradas en los procesos de estas dos máquinas.

Se concluye que dentro de la implementación de mantenimiento planificado se elaboraron tarjetas que ayudaron a tener un mejor control de las actividades planificadas como: inspección, limpieza y lubricación según las horas de trabajo, se elaboró también frecuencias en bases a las actividades de mayor consideración en el mantenimiento que incida directamente en la mejora del rendimiento operativo, obteniendo un aumento en promedio de la productividad del 12%.

Se considera esta tesis de investigación por los resultados satisfactorios después de la aplicación del mantenimiento planificado y como esta herramienta mejora considerablemente los procesos productivos obteniendo una mayor productividad.

ESCALANTE, Andrea. “Propuesta de optimización del mantenimiento planificado en el área de chancado primario en una empresa minera de cobre”. Tesis para optar el título profesional de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa – Perú, 2016. 126pp. El objetivo es mejorar la disponibilidad y reducir los costos de mantenimiento, la empresa tiene una tendencia hacia los mantenimientos reactivos, esto genera constantes paradas en el proceso de chancado primario, reduciendo la confiabilidad y ante

una alta demanda se incurre en los incumplimientos de entrega del material procesado obteniendo una baja producción.

Se concluye que luego de la implementación de la optimización del mantenimiento planificado en el área de chancado primario se pudo apreciar un incremento en la disponibilidad en un 0.44% con una disminución en los costos de un \$ 125,527.64, se logró mejorar el plan de mantenimiento con la ayuda de la metodología del RCM, donde las actividades preventivas incidan directamente en la mitigación del fallo de los equipos, asimismo se implementó el mantenimiento en base a la condición, con esto se lograra identificar las fallas potenciales antes que estas se conviertan en fallas funcionales donde se pierde la continuidad de los procesos. Al final de la implementación se logra un costo beneficio de \$1.95.

Esta tesis de investigación ayuda a concluir la importancia del mantenimiento planificado como una estrategia para la mejora y el incremento de la productividad en los procesos productivos, ya que debido a la implementación se llega a reducir las averías y fallos en máquinas y equipos.

APAZA, Ronald. "El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera Chama Perú E.I.R.L". Tesis para optar el título profesional de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca-Perú, 2015. 151pp. El objetivo es desarrollar un modelo de mantenimiento productivo total y determinar de qué manera influye en la productividad de la empresa minera Chama Perú.

Se concluye que los nuevos planes de actividades de mantenimiento tengan mayor incidencia en mejorar las condiciones operativas de los equipos, asimismo se busca capacitar de forma continua al personal de mantenimiento y las operarios de planta, estos últimos formaran parte vital del mantenimiento autónomo, donde desempeñaran actividades sencillas de limpieza, verificación y lubricación de su maquinas pero de gran impacto en la preservación de las máquinas. Se concluye que todo este plan de mejora permitió reducir las paradas intempestivas y se logró obtener una mayor productividad de los procesos.



El presente trabajo de investigación es de gran aporte debido a que se logra obtener una mejora en la productividad estableciendo nuevas actividades de mantenimiento de rutina diaria, donde el personal de producción alcanza una mayor participación de los trabajos de mantenimiento que ayudan a mejorar las condiciones de los equipos y así como también poder evidenciar de manera oportunas la fallas o averías que se pueden presentarse en las máquinas.

APONTE, Jhon. “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de transformadores de la empresa de promotores eléctricos S.A.” Tesis para optar el título profesional de (Ingeniero Industrial), Por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú, 2017. 128pp. El objetivo es aplicar el mantenimiento productivo total para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de transformadores de la empresa promotores eléctricos, la metodología de la investigación es aplicada cuasi-experimental.

Se concluye que la productividad mejoro en un 21.07% en comparación a la situación inicial, después de la mejora incrementaría de 2.23 und / h maquina a 2,27 und / h, asimismo se mejoró el indicador de porcentaje de cumplimiento del programa llegando al 80.13% este incremento de los indicadores hace que la empresa esté en condiciones de competir, siempre en cuando se siga aplicando la mejora continua, la implementación de un mantenimiento autónomo mejoro de 13.9 unidades en promedio por órdenes de producción llegando a 20 unidades, esto se pudo lograr gracias el compromiso de los trabajadores involucrados previamente capacitados, en cuanto al promedio de las horas efectivas del funcionamiento de la maquina se llegó a incrementar en 1 hora adicional, tomando como referencia los 6.4 horas antes de la mejora.

El antecedente citado hace referencia a la mejora de la productividad en una empresa de fabricación de transformadores donde se puede evidenciar la relación que establece la implementación del mantenimiento planificado para lograr mejorar los indicadores de productividad y unidades producidas; esto nos conlleva a poder establecer que bajo un análisis de nuestra problemática podemos hacer

uso de la herramienta como es el mantenimiento planificado para mejorar la productividad de nuestros procesos productivos.

VALENCIA, Shirley. “Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en la línea de fabricación de hilos acrílicos de la empresa hilados cheviot E.I.R.L.” Tesis para optar el título profesional de (Ingeniero Industrial). Por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú, 2017. 230pp. El objetivo del estudio realizado en base a diferentes trabajos de investigación, evidencia que el mantenimiento planificado como el mantenimiento autónomo, reducen las causas que ocasionan la baja productividad y mejorando notablemente la eficiencia y su eficacia de la línea de fabricación de los hilos de hilos acrílicos de la empresa Hilados Cheviot.

Se concluye que durante la implementación los resultados fueron mejorando notoriamente, logrando la participación de activamente de los operarios en las actividades básicas como limpieza, inspección lubricación y ajuste, reduciendo el número total de fallas a 26 y el tiempo de reparación a 21.1 horas por mes, lográndose incrementar la productividad al 78.9% gracias a la aplicación del mantenimiento productivo total, en cuanto a los resultados obtenidos del 32% eficiencia y 19% eficacia después de la implementación de la metodología se llegó a 88.4% y 89.3% respectivamente.

El antecedente se vincula con el estudio porque demuestra que la implementación del mantenimiento planificado llega a incrementar la productividad y por ende la eficiencia y eficacia, logrando obtener la empresa ahorros significativos en cuando a las horas de uso de las máquinas y la reducción de las horas hombres del personal de producción, bajo esta herramienta se genera un retorno de la inversión a corto plazo debido al incremento de los indicadores de forma considerable.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Mantenimiento Planificado**

El mantenimiento planificado surge en la planta de General Electric por la necesidad de mantener en mejor estado los equipos y componentes bajo la detección y prevención de posibles fallos y averías. Posteriormente se introdujo en Japón en los años 1960 por parte de Toanenryo Kogyo, en los años 60 se desarrolló el TPM que hace uso de este mantenimiento dentro de unos de sus 8 pilares, para mejorar la rentabilidad, maximizando la producción, en sus inicios el mantenimiento planificado realizaba actividades establecidas en un programa de mantenimiento a lo largo de toda la vida útil del equipo, considerando como indicadores de medición la confiabilidad y mantenibilidad.

En los últimos años las distintas plantas industriales fuera de Japón a nivel mundial han empezado a implementar el TPM partiendo de los buenos resultados del mantenimiento planificado, esto a su vez hace uso de otras estrategias de mantenimiento que potencializan los objetivos para mejorar su productividad.

América Latina no es ajeno a estos nuevos cambios, muchas de las plantas industriales se ven en la necesidad de estar a la vanguardia, donde el mantenimiento planificado preserva los activos físicos y ayuda a mejora sus rendimientos operativos haciéndolos más productivos en un mercado competitivo.

#### **Definiciones según diferentes autores:**

Para Cuatrecasas y Torrell (2010), “el mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a una planta productiva al objetivo que pretende el TPM, cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes” (p.189).

Para Mora (2009), “el personal realiza acciones predictivas, preventivas y de mejoramiento continuo, que permite evitar fallas en los equipos o sistemas de producción” (p. 441).

Para Tavares (2000, p.107), “el mantenimiento planificado establece procedimientos a través de una serie de tareas con el objetivo de orientar el mantenimiento, evitando el incumplimiento de las actividades por distintas razones, asimismo de establecer las frecuencias, los tiempos estándares”.

Para Cuatrecasas y Torrell (2010), “los objetivos del sistema de mantenimiento planificado es establecer un programa de mantenimiento efectivo para equipos y procesos, lograr la máxima eficiencia económica para la gestión del mantenimiento, es decir el mantenimiento y su coste se ajuste a cada equipo” (p.190).

### **Dimensión del mantenimiento planificado**

#### Disponibilidad

Para Cuatrecasas y Torrell (2010), la disponibilidad es la “capacidad del equipo para estar en funcionamiento en un instante cualquiera, en las condiciones de utilización y reparación especificadas” (p. 271).

$$\text{Disponibilidad Operacional (DO)} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Tiempo requerido}}$$

Por otro lado, Tavares (2000), define la disponibilidad como la “relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención del personal de mantenimiento para cada ítem observado y el número total del periodo considerado” (p. 54).

Según, Navarro (2010, p. 79), es la “probabilidad de desarrollar la función requerida, se refiere a la probabilidad de que no se haya tenido fallos en el tiempo t, y en caso de que los tenga, que sea reparada en un tiempo menor al máximo permitido”.

## **Clasificación Del Mantenimiento Planificado**

### Mantenimiento preventivo

Para Tavares (2000), “todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas” (p. 21).

### Mantenimiento periódico o basado en el tiempo

Según Cuatrecasas y Torrell (2010), consideran que el “trabajo de mantenimiento que empieza con el mantenimiento periódico o basado en el tiempo, se trata de actividades básicas que faciliten un funcionamiento consistente y continuado del equipo, como limpiar, reponer y restaurar piezas periódicamente para prevenir las averías” (p. 192).

### Mantenimiento basado en condiciones

También, Tavares (2000), define que son los “servicios de seguimiento del desgaste de una a más piezas o componentes de equipos prioritarios, con el objetivo de predecir el comportamiento de las piezas o componentes para determinar el punto exacto de cambio o reparación” (p. 22).

### Mantenimiento de fiabilidad

Para Cuatrecasas y Torrell (2010, p. 193), “se trata de una variante de gestión del mantenimiento que determina las acciones necesarias para asegurar que el equipo o componente funcione de forma prevista en su entorno operativo actual”.

### Mantenimiento Correctivo

Asimismo, Cuatrecasas y Torrell (2010), sostienen que el mantenimiento correctivo “comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo, en este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo” (p. 193).

### Mantenimiento de averías

Por otro lado, Cuatrecasas y Torrell (2010), indican, “se entiende por mantenimiento de avería aquel que consiste en reparar el equipo después de que se haya averiado y cuya pérdida deberá intentarse que se limite a los costos de reparación, para que esas pérdidas no se amplíen a pérdidas de producción” (p. 194).

En la Figura 9. Se observa la clasificación del mantenimiento planificado y la asignación de sus responsabilidades donde se requiere un mantenimiento especializado (M.E) a cargo del personal de mantenimiento y un mantenimiento autónomo (M.A) a cargo del personal de producción.

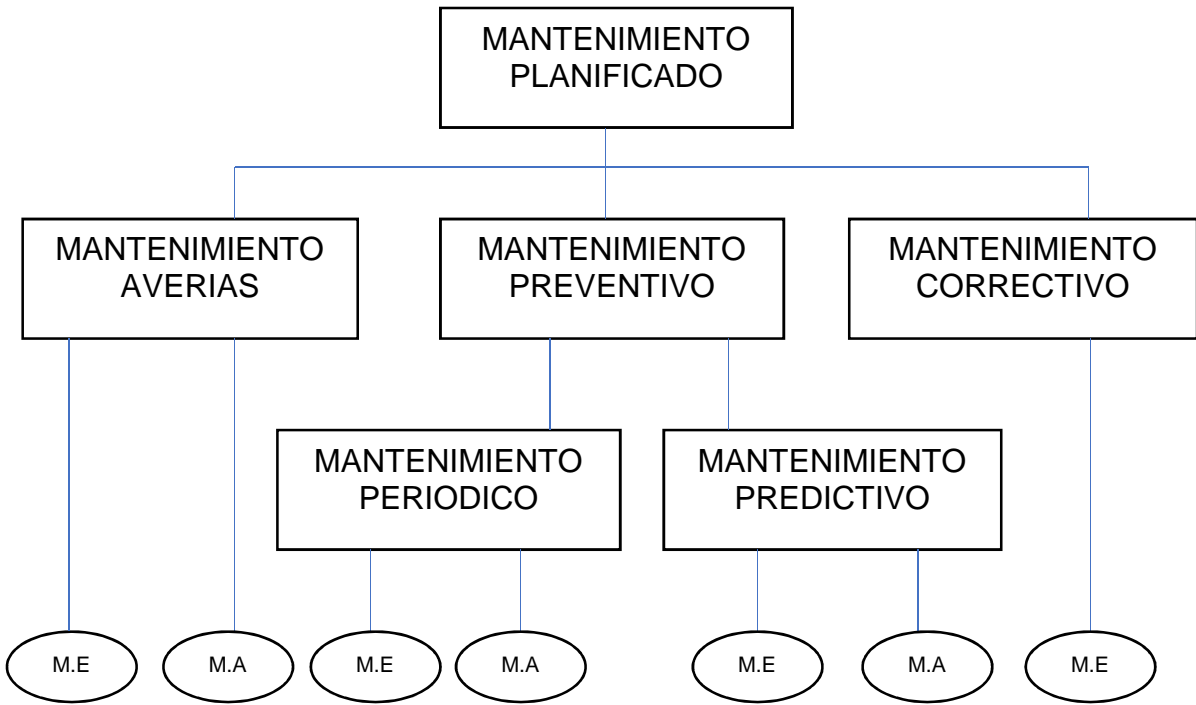


Figura 9. Clasificación del mantenimiento planificado.

Fuente: Cuatrecasas y Torrell, (2010).

## Etapas de implementación de un sistema de mantenimiento planificado

Cuatrecasas y Torrell (2010, p. 196) sostiene al respecto:

La finalidad de un sistema de mantenimiento planificado es eliminar las averías y los defectos que conducen a pérdidas de producción, paradas innecesarias y despilfarro del valioso potencial humano y económico. Esto no se consigue sólo con el empeño del mantenimiento especializado o sólo con el mantenimiento autónomo. Una combinación coordinada y organizada de ambos tipos de mantenimiento puede reportar beneficios importantes. Las actividades del mantenimiento planificado y las del mantenimiento autónomo, estas permiten desarrollar el programa del mantenimiento planificado paso a paso y trabajar, junto con el departamento de producción, sobre los logros alcanzados en cada una de las etapas las cuales son: etapa 1, análisis y conocimiento de condición actual operativa del equipo, etapa 2, búsqueda y reconducción del equipo hacia su estado ideal, etapa 3, establecimiento de un sistema de control de la información, etapa 4, establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico, etapa 5, establecimiento de un sistema mantenimiento predictivo, etapa 6, evaluación del mantenimiento planificado.

Siendo el mantenimiento planificado uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total como se observa en la figura 10, se hará referencia a esta filosofía Japonesa de mantenimiento industrial.

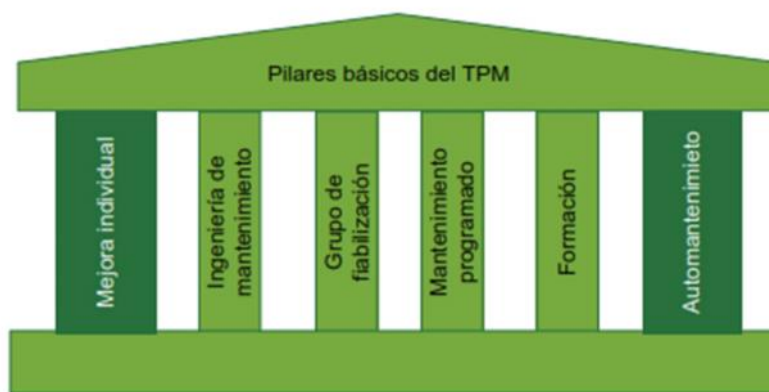


Figura 10. Pilares del mantenimiento productivo total.

Fuente: SEAS, (2012).

## **Mantenimiento Productivo Total**

Para Cuatrecasas y Torrell (2010), “es una filosofía de trabajo en plantas productivas que se generan en un entorno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: participación de todo el personal de la planta, eficacia total, sistema total del mantenimiento” (p. 33).

Según Hernández y Vizán (2013), “el mantenimiento productivo total es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación de todos los empleados. La idea fundamental es mejorar y conservar los activos productivos” (p. 48).

Por su parte, Cárcel (2014, p. 128), menciona, “el concepto de TPM fue definido incluyendo las siguientes metas o filosofías de trabajo: Maximizar la eficacia del equipo. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo”.

## **Objetivos del mantenimiento productivo total**

Dentro de los objetivos del TPM es construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, asegurar la operatividad de los equipos, fortalecer el trabajo en equipo, tomar una data estadística, formar agentes técnicos (SEAS, 2012, p.32).

## **Fallos y Averías**

Para SEAS (2012), el “fallo hace referencia a cualquier alteración que impida un correcto desarrollo de su función esperada del dispositivo o servicio” (p. 30).

Para SEAS (2012), la “avería es el caso más grave y entendido como el cese total del dispositivo” (p.31).



## Duración de la vida de un equipo

La duración de la vida de un equipo podemos establecer en tres periodos, que están representados de la curva de la bañera.

Periodo de Juventud (mortalidad infantil, fallos precoces)

“Este periodo corresponde al estado inicial de funcionamiento del equipo, es decir cuando es puesto en servicio. Durante este servicio estará en fase de rodaje” (SEAS, 2012, p.32).

Periodo de madurez (vida útil del equipo, fallos aleatorios)

“Durante este periodo se obtiene un rendimiento óptimo del material, la tasa de fallos permanece constante, y los fallos por regla general, sin degradaciones previas visibles” (SEAS, 2012, p.32).

Obsolescencia (vejes, desgaste)

“Como su nombre indica, es el periodo correspondiente al estado de vejez del equipo. En este estado, aparecen formas de fallo, con una degradación acelerada, lo que da lugar a una tasa de fallo creciente” (SEAS, 2012, p.32).

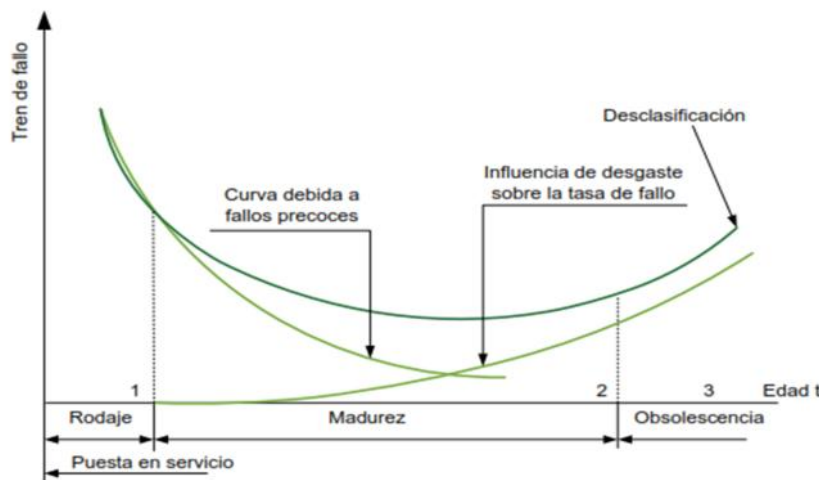


Figura 11. Ciclo de vida de un equipo en la curva de la bañera.

Fuente: SEAS, (2012).

### **1.3.2. Diagrama de operación de procesos (DOP)**

Para Solís (2010), es una “representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o proporcionar un servicio, mostrando las operaciones e inspecciones efectuadas o por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizado” (p. 42).

### **1.3.3. Diagrama de análisis de procesos (DAP)**

Salas, (2013, p. 14), menciona, “el diagrama de análisis de proceso (DAP) se utiliza para dar mayor detalle a las operaciones del proceso mostrado por el DOP. El DAP puede realizarse sobre el operario, material o equipo dependiendo si se quiere analizar cómo trabaja el operario, como se manipula el material o como se usa el equipo”.

### **1.3.4. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)**

“Es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas” (Gutiérrez, 2014, p. 106).

### **1.3.5. Diagrama de Pareto**

Gutiérrez (2014), define, “es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes” (p. 193).

### **1.3.6. Productividad**

La productividad se llegó a mencionar por primera vez en 1766, un ciclo después, en 1883, Littré conceptualizó como la capacidad de producir, ya en el ciclo XX se definió con un significado más preciso, como el resultado de un bien entre los recursos que se utilizan, ya en 1950 la Cooperación Económica Europea (OCEE)

le dio una definición más exacta acorde a la actualidad, como el cociente de la producción entre los factores que lo producen.

La productividad es un indicador que utilizan todas las empresas a nivel mundial para medir la tendencia de crecimiento que se tiene respecto producción de bienes y servicios, con el menor recurso utilizado.

Al igual en América Latina este indicador ayudara a poder tomar decisiones en busca de una ventaja competitiva con referencia a otras empresas, donde se busca reducir el factor o recurso con las diferentes herramientas de gestión para lograr una mayor productividad generando mayor rentabilidad a la empresa.

### **Definición según diferentes autores:**

Vinculado al concepto, García (2011, p. 13) sostiene:

La productividad consiste en una mejor utilización de recursos de cada negocio y, a la vez, es la llave a un alto estándar de vida. Esto no es algo nuevo, todos sabemos bien que lo que más flagela la economía es la inflación incontrolable causada, en gran parte, por una productividad inadecuada, solo sabemos medir la falta de productividad por el alza de precios, la reducción del poder adquisitivo, pero no sabemos medir su potencialidad social y económica. En este sentido la productividad es el balance de todos los factores que dan vida a un negocio o una industria. No se debe confundir con la medida de un solo factor que es la de producción, o sea, la simple productividad por hora hombre u hora-maquina.

Para Gutiérrez (2014), “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (p. 21).

Por su parte, Cruelles (2013, p. 10), indica que “la productividad es un indicador que mide la magnitud de los factores que intervienen para realizar un producto, es por eso la importancia de poder medir la productividad de una empresa porque

cuando mayor productividad tienes, menores son los costos de producción siendo más productivo en el mercado”.

Sin embargo, Beltrán y Alfaro (2000), menciona, “[...] productividad es la relación existente entre el valor de la producción obtenido, medida en unidades físicas o de tiempo asignado a esa producción y la influencia que hayan tenido los costes de los factores empleados en su consecución” (pp. 23-24).

Fernández (2010), indica que es “relación de los resultados obtenidos y el tiempo para alcanzarlos; a menor tiempo en encontrar los resultados esperados, más productivo será el sistema (p. 65).

### **Dimensiones de la Productividad**

#### Eficiencia

Según García (2011), Eficiencia, “es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente, el índice de eficiencia expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido” (p. 16).

$$Eficiencia = \frac{Insumos\ programados}{Insumos\ utilizados}$$

#### Eficacia

También, García (2011), sostiene que la eficacia, “es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido, Eficacia es obtener resultado” (p.16).

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Meta}$$

## **Importancia de Productividad**

Al respecto, García (2011, p. 19) sustenta:

La productividad es importante en el cumplimiento de las metas nacionales, comerciales y/o personales. Los principales beneficios de un mayor incremento de la productividad son [...] Para reducir los costos de operación de la industria manufacturera, resulta bastante convincente que se busque un aumento de la productividad a través de la utilización más eficiente de la planta existente. Eso se logra con una mejor aplicación de cada máquina, de cada operario calificado, de las materias primas y de la organización administrativa.

## **Indicadores de Productividad**

García (2011, p. 17), explica:

Analizaremos varias maneras de medir la productividad. [...] para no caer en una falacia que está basada en la filosofía de Karl Marx, quien sostenía que el desempeño físico del humano debiera medirse por unidades de esfuerzo físico del hombre, como único recurso de producción. En la economía moderna, la productividad de la gente no se mide por su esfuerzo físico sino por un mínimo de este y un máximo de esfuerzo mental.

## **Fórmulas de Productividad**

García (2011, pp. 17-18), sostiene al respecto:

La productividad se refiere a la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron, el índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido.

$$Productividad = \frac{Productos\ logrados}{Factores\ de\ producción}$$

## **Tipos de productividad**

### Productividad parcial

Es la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de factor.

### Productividad multifactorial

Es la razón entre la cantidad neta producida, y la suma asociada en dos o más factores o recursos.

### Producción total

Es la razón entre la producción total y la suma de todos los factores.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿De qué manera la implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?

### **1.4.2. Problemas específicos**

¿Cómo la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?

¿De qué manera la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **Justificación Teórica**

Según Bernal (2010), “en la investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente” (p.106).

El mantenimiento planificado, permite hacer una mejor planificación del área de mantenimiento de la empresa farmacéutica, reduciendo o eliminado los problemas existentes como la desorganización, retrasos, uso intensivo de la mano de obra y tiempos muertos, por lo que es necesario mejorar los métodos de la organización, por ende el mantenimiento planificado es una herramienta para la solución de estos problemas.

### **Justificación Práctica**

Asimismo, Bernal (2010, p. 106), menciona, “se considera que una investigación tiene justificación practica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema, o por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirán a resolverlo”.

Mediante el mantenimiento planificado, se podrá mejorar la productividad de la línea de envasado de productos en suspensión, a través de una mejor planificación y programación de las máquinas, obteniendo un mejor control de la producción. El operario y técnico especializado, podrán desenvolverse en cada puesto de trabajo de una manera más eficiente y eficaz, eliminando tiempos improductivos, lo cual impactara de manera favorable en la rentabilidad de la organización.

## **Justificación Metodológica**

También, Bernal (2010), “en la investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable” (p.107).

La investigación tiene una justificación metodológica, porque respeta los esquemas metodológicos planteados por la metodología de la investigación, donde se mejorara la productividad de la línea de productos en suspensión a través del mantenimiento planificado.

### **1.6. Hipótesis**

#### **1.6.1. Hipótesis General**

La implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

#### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

A través de la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

Con la Implementación del Mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018



## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos Generales**

Determinar de qué manera la Implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

Establece como la Implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

Determinar de qué manera la Implementación del mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

## II. MÉTODO

## 2.1. Diseño de Investigación

Según el autor Hernández, Fernández y Baptista (2014), El diseño es un “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (p. 128).

Esquema de diseño

G O1 X O2

Dónde:

- G : Grupo.
- X : Estímulo (Mantenimiento Planificado).
- O1 : Medición previa (antes del Mantenimiento Planificado).
- O2 : Medición posterior (después del Mantenimiento Planificado).

### Diseño Cuasi Experimental

Para Hernández *et al.* (2014), “los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes” (p. 151).

La presente investigación será cuasi experimental de un solo grupo, ya que el investigador manipulara la variable independiente (mantenimiento planificado), para observar y medir el efecto sobre la variable dependiente (productividad).

### Método de la Investigación Hipotético deductivo:

Para Bernal (2010), el método hipotético deductivo “es un procedimiento que se origina en las afirmaciones que son referidas como hipótesis y busca rechazar o dar como falsa las hipótesis planteadas, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (p.60).

El presente proyecto de investigación estudiara que fenómenos afectan la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión, se plantea la hipótesis para luego realizar fases experimentales y así poder verificar si nuestra hipótesis planteada son las correctas.

### **Enfoque de la Investigación Cuantitativa:**

Por su parte, Hernández *et al.* (2014, p. 4), indica, “el enfoque es cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos”.

Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas comportamiento y medir teorías.

### **Nivel de la investigación Explicativo:**

Para Hernández *et al.* (2014), “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 y sociales” (p.95).

Este tipo de investigación persigue puntualizarse o acercarse a un problema para intentar encontrar sus causas ya que su relación es causal, además describe el fenómeno buscando el comportamiento de las variables y su objetivo final es descubrir las causas del problema.

### **Tipo de la Investigación Aplicada:**

Murillo (2008, p. 61), explica lo siguiente:

La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos

adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

La investigación se enmarca directamente en el manejo de los conocimientos y fundamentos en la práctica real, para ser aplicados en beneficio de la industria farmacéutica. La investigación aplicada, se formula en las bases teóricas de la metodología del Mantenimiento Planificado como base del TPM, para solucionar la problemática existente del mantenimiento de maquinarias de la industria farmacéutica.

## **2.2. Variables de Operacionalización**

### **2.2.1. Variable Independiente: Mantenimiento Planificado**

"el mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a una planta productiva al objetivo el TPM: cero averías, defectos y despilfarros" (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p.189).

### **2.2.2. Variable Dependiente: Productividad**

"es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron" (García, 2011, p.17).

En las Tablas 3 y 4, se muestran la operacionalización de las variables independiente y dependiente.

Tabla 3. Matriz de Operacionalización de la variable independiente mantenimiento planificado.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Mantenimiento Planificado	Disponibilidad	Disponibilidad Operacional	Do = $\frac{\text{Horas efectivas de funcionamiento}}{\text{Horas programadas de funcionamiento}} \times 100$	Observación	Registro en formatos de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4. Matriz de Operacionalización de la variable dependiente productividad.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Productividad	Eficiencia	%Utilización de maquinaria	% UM = $\frac{\text{Horas máquinas utilizada}}{\text{Horas máquina programada}} \times 100$	Observación	Registro en formatos de recolección de datos
	Eficacia	%Cumplimiento de producción	% CP = $\frac{\text{Cantidad real del producto envasado}}{\text{Cantidad programada del producto por envasar}} \times 100$		

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Según Hernández *et al.*, citado por Lepkowski (2008, p. 174), “la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

La población que se ha elegido para esta investigación es la información recolectada de todos los datos de la producción de envasado de viales con producto en polvo para suspensión de 500 mg, durante un periodo de 6 meses conformado por 106 días, durante el año 2017-2018.

### **2.3.2. Muestra**

Según Hernández *et al.* (2014), “la muestra es, en esencia un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p. 175).

La muestra para el presente trabajo de investigación será:

Todos los datos de la producción de envasado de viales con producto en polvo para suspensión de 500 mg, conformado por 106 días, considerando para el pre-test: 53 días y para el pos-test: 53 días, durante el año 2017 – 2018.

No hay muestreo, debido a que el tamaño de la muestra es igual a la población, por ende es censal.

Para Hernández *et al.* (2014), “cuando queremos efectuar un censo debemos incluir todos los casos (personas, animales, plantas, objetos) del universo o población” (p. 172)

## **2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica**

Según Bernal (2010), “en la actualidad, en investigación científica hay una variedad de técnicas o instrumentos para la recolección de información en el trabajo de campo de una terminada investigación. De acuerdo con el método y el tipo de investigación que se va a realizar, se utilizan unas u otras técnicas” (p. 192).

La técnica aplicada para la presente investigación es la observación, esta técnica nos ayudara a estimar los datos obtenidos en el antes y después de la aplicación del mantenimiento planificado para luego poder entender los sucesos del proceso.

### **2.4.2. Instrumento**

Según Hernández *et al.* (2014, p.199), “considera que un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente”.

Así mismo el investigador hará uso de los Registro en formatos de recolección de datos para medir la disponibilidad operacional, la utilización de maquinaria y el cumplimiento de la producción en la línea de productos en suspensión.

#### **2.4.2.1. Formato N°1: Formato de medición de Disponibilidad Operacional**

Este formato se registrara de forma diaria, las horas efectivas de funcionamiento de la máquina y las horas programadas de funcionamiento, con el fin de obtener la disponibilidad operacional.

- Horas efectivas de funcionamiento: son las horas de trabajo de forma continua que realiza la máquina para cumplir la producción, la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569 dispone para trabajar las 24 horas, a esta cantidad de



horas se resta las horas de los mantenimientos preventivos que tenemos como promedio 2.4 horas al día y las horas de mantenimientos correctivos que serán variables y estarán en función a las distintas fallas y paradas que se generen en el proceso productivo.

- Horas Programadas de funcionamiento: son las horas teóricas totales que se le designa la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569 para producir para nuestro caso se le designa 24 horas ya que nuestra maquina trabaja los 3 turnos de forma continua.
- Disponibilidad Operacional: es el porcentaje que nos indica el tiempo total que el equipo está disponible para poder producir, este tiempo se ve reducido únicamente por los mantenimientos preventivos y correctivos, siendo este último mantenimiento en mención el de mayor impacto en el porcentaje total.

Tabla 5. Formato de medición de Disponibilidad Operacional.

<b>FORMATO DE MEDICIÓN DE DISPONIBILIDAD OPERACIONAL</b>			
<b>INVESTIGADOR :</b>	Surichaqui Vidal Juan Carlos	<b>JEFE DEL AREA :</b>	Aladino Tullume
<b>EMPRESA :</b>	Farma	<b>MES :</b>	Febrero -Marzo-Abril
<b>AREA :</b>	Mantenimiento	<b>MAQUINA :</b>	Dosificadora de polvo Cima
<b>DIAS</b>	<b>HORAS EFECTIVAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>HORAS PROGRAMADAS DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>%DISPONIBILIDAD OPERACIONAL</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### 2.4.2.2. Formato N°2: Formato de utilización de maquinaria

En este formato se tiene la cantidad de horas máquina que el equipo ha utilizado para envasar los productos, estas horas cada vez se ven reducidas por las diferentes paradas que la maquina tiene en el proceso productivo, también se tiene las horas maquinas programadas, siendo estas horas que producción

designa de forma teórica para ser utilizado en la producción, este indicador nos permite tener el conocimiento del uso real que tiene el equipo.

- Horas máquina utilizada: son las horas efectivas que el equipo utiliza para producir, la maquina dosificadora de polvo cima EV-569 tiene 18 horas efectivas para producir, reduciéndose estas horas posteriormente por los mantenimientos correctivos a causa de fallas y averías de la máquina.
- Horas máquina programada: son las horas totales que se dispone teóricamente para poder trabajar, la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569 se le considera 24 horas programadas para producir.
- utilización de maquinaria: es el tiempo total de uso de la maquinaria en función a porcentaje, este indicador ayudara a saber el porcentaje real de uso que se le da a la maquina durante el proceso productivo de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

Tabla 6. Formato de medición de utilización de maquinaria.

FORMATO DE MEDICIÓN DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA			
INVESTIGADOR :	Surichaqui Vidal Juan Carlos	JEFE DEL AREA :	Jose Quispe
EMPRESA :	Farma	MES :	Febrero -Marzo-Abril
LINEA :	Polvo para suspensión	MAQUINA :	Dosificadora de polvo Cima
DIAS	HORAS MÁQUINA UTILIZADA	HORAS MÁQUINA PROGRAMADA	% UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.4.2.3. Formato N°3: Formato de cumplimiento de producción

En este formato se registra la cantidad real del producto envasado, esta información se obtiene en la consolidación de los materiales y productos

envasados al finalizar el proceso, a diferencia de la cantidad de producto por envasar que es un dato teórico obtenida según el programa de producción.

- Cantidad real del producto envasado: es la cantidad de polvo en suspensión obtenido al final de proceso de envasado, durante el proceso de envasado de producto en polvo de 500mg, en nuestro proyecto de investigación la cantidad a envasar está en función a la cantidad de viales envasado esto se obtendrá al multiplicar peso promedio por la cantidad de viales.
- Cantidad programada del producto por envasar: es la cantidad total entregada en recepción de materiales para el proceso de envasado en la línea de productos en suspensión, esta cantidad está en base a la totalidad de viales despachado multiplicado por el peso promedio teórico.
- Cumplimiento de producción: el cumplimiento de producción define al final la cantidad de lotes envasado entregados a almacén con respecto a lo programado por planeamiento de la producción.

Tabla 7.Formato de medición de cumplimiento de producción.

<b>FORMATO DE MEDICIÓN DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN</b>			
<b>INVESTIGADOR :</b>	Surichaqui Vidal Juan Carlos	<b>JEFE DEL AREA :</b>	Jose Quispe
<b>EMPRESA :</b>	Farma	<b>MES :</b>	Febrero -Marzo-Abril
<b>LINEA :</b>	Polvo para suspensión	<b>MAQUINA :</b>	Dosificadora de polvo Cima
<b>DIAS</b>	<b>CANTIDAD REAL DEL PRODUCTO ENVASADO</b>	<b>CANTIDAD PROGRAMADA DEL PRODUCTO POR ENVASAR</b>	<b>% CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIÓN</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.4.3. Validez y Confiabilidad**

Según Hernández *et al.* (2014), “la validez del contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide” (p 201).

La validez del contenido de los instrumentos, fichas de recolección de datos, serán realizado por juicio de tres ingenieros expertos, especialistas del tema de investigación de la escuela de ingeniería industrial de la universidad Cesar Vallejo.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

### **2.5.1. Descripción de la empresa**

La empresa Farmacéutica Farma tiene 25 años en el mercado, es un laboratorio farmacéutico certificado en Buenas Prácticas de Manufactura y en ISO 9001:2015 por SGS- Reino Unido, para el Desarrollo, Fabricación y Comercialización de Productos Farmacéuticos, siendo el Laboratorio Farmacéutico de mayor crecimiento comercial y tecnológico en los últimos 10 años en nuestro país, cuenta con cerca de 1200 colaboradores.

En el año 1993, se forma la distribuidora Droguería Sagitario SRL, cuya principal actividad era la distribución de productos farmacéuticos.

Años más tarde, los Directorios de estas empresas, deciden constituir un Laboratorio Farmacéutico, así, un 30 de Septiembre del año 1997, nace Farma, empresa que con el transcurrir del tiempo ha ganado un lugar privilegiado dentro del mercado farmacéutico, llegando a liderar del sector institucional.

### **Misión**

Contribuir al cuidado y restablecimiento de la salud elaborando productos farmacéuticos de óptima calidad.

## **Visión**

Ser conocidos por los profesionales de salud y las personas en general, como una organización que elabora productos farmacéuticos de alta calidad, basándose en un equipo humano con sólidos valores éticos e innovación tecnológica, con compromiso social, llegando a ser líderes en el país y en la región

## **Política de Calidad**

En el laboratorio Farma elaboramos y ofrecemos medicamentos que cumplen estándares internacionales de calidad y que contribuyen al restablecimiento y a la conservación de la salud, así como a la mejora de la calidad de vida de las personas.

Nuestro compromiso incluye el cumplimiento con los requisitos de nuestros clientes y los legales vigentes. Orientamos nuestro esfuerzo al desarrollo del capital humano, a la mejora continua de los procesos con infraestructura y tecnología moderna que nos permitan ofrecer productos de calidad.

Somos consecuentes con nuestro rol dentro de la salud pública y es por ello que actuamos con plena responsabilidad ante la sociedad.

## **Valores**

- Puntualidad y compromiso
- Trabajo en equipo
- Comunicación
- Respeto

El laboratorio Farma se ha visto en la necesidad de mejorar su productividad, esto debido a una mayor demanda del mercado farmacéutico, empezando a realizar un análisis cuantitativo haciendo uso de herramientas de ingeniería para determinar los tiempos muertos de las principales etapas del proceso.

## 2.5.2. Línea de envasado de productos en polvo para suspensión

En el diagrama podemos observar las diferentes etapas en la línea de productos en polvo para suspensión, para esta investigación solo se tomara en cuenta la etapa de envasado, siendo esta etapa la más representativa en cuanto cantidad de fallas en la maquina Dosificadora de polvo EV-569.

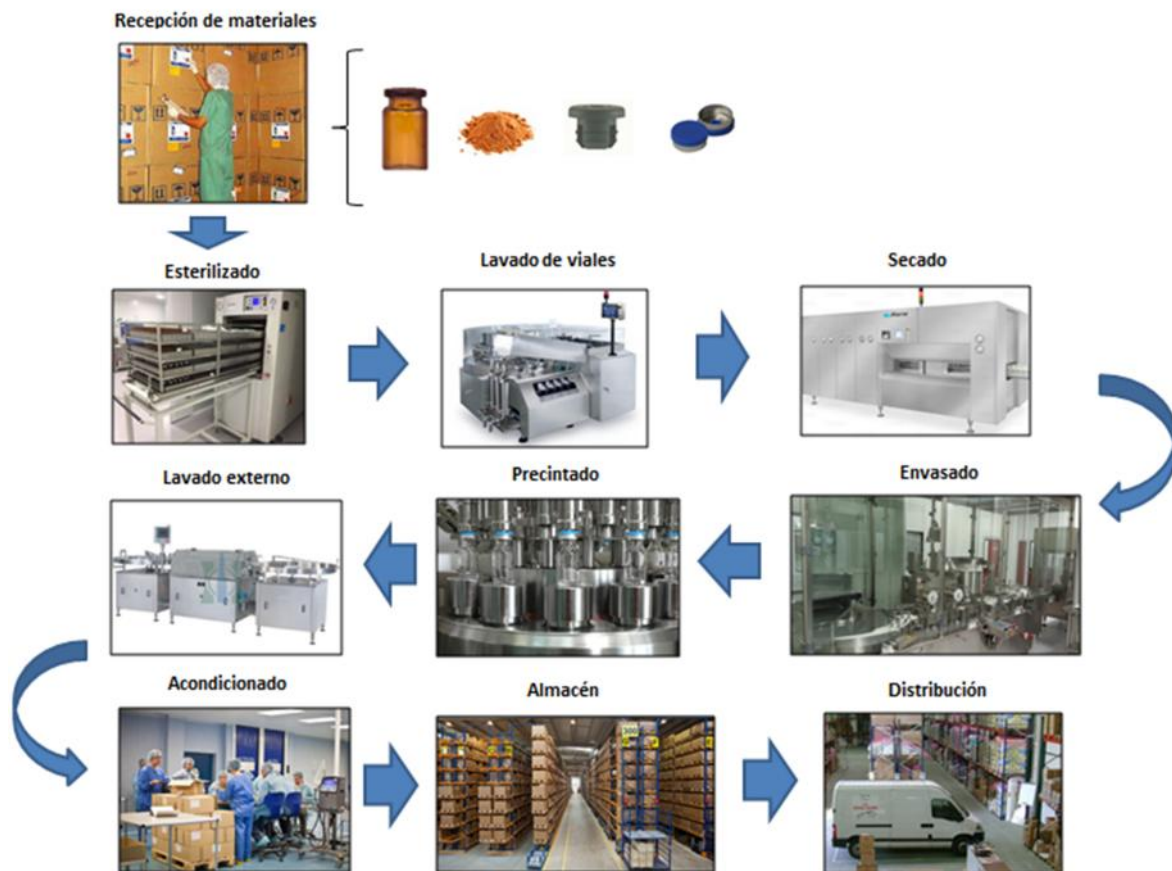


Figura 12. Línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.3. DOP de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión

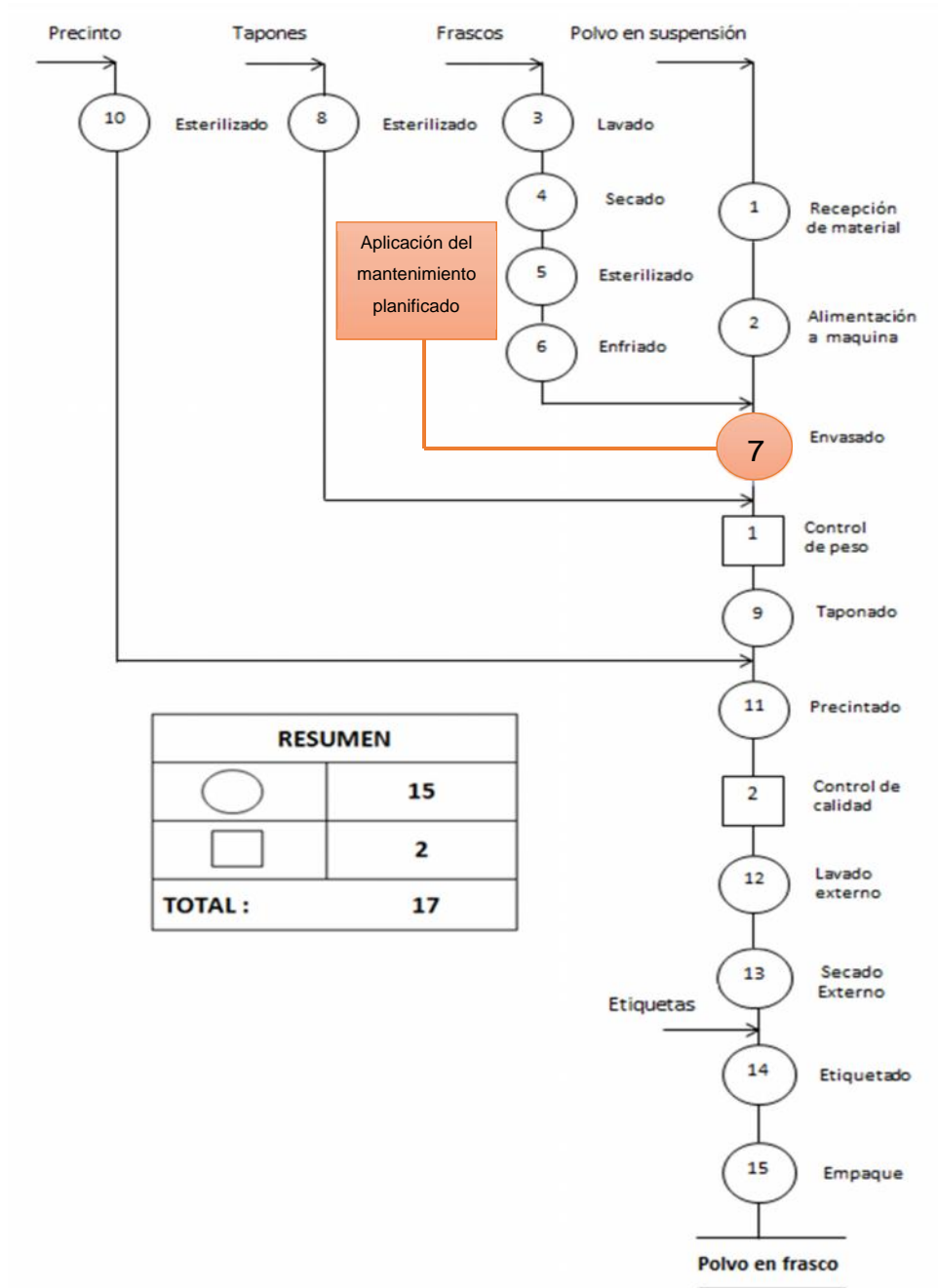


Figura 13. Diagrama de Operaciones de la línea de envasado de productos en suspensión.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13. En el DOP del área de productos en polvo para suspensión solo se describe las operaciones e inspecciones principales del proceso dentro de ellos tenemos.

**Recepción de materiales:** el operario se dirige a las esclusas a verifica la cantidad teórica que coincida con la cantidad física, en esta etapa el operario hace recepción de viales, tapones, precintos y el granel (materia prima).

**Alimentación a la maquinaria:** una vez recepcionado el material estéril, son llevados a la máquina envasadora y lavadora respectivamente, para dar inicio al proceso de envasado en línea.

**Envasado:** en esta etapa se da inicio al dosificado de polvo; es la etapa más crítica de toda la línea, paralelo al llenado y de forma más anticipada se da inicio al lavado de viales, estos viales sirven de contenedor para la dosificación del polvo en suspensión, estos viales durante el recorrido de la línea, son esterilizados y despirogenados para estar en un estado aséptico.

**Precintado:** es la etapa se da cierre a los viales con los precintos de aluminio, para finalizar el envasado.

**Control de calidad:** es el área encargada de controlar el proceso en línea, verificar que los promedios del peso envasado estén dentro de la tolerancia establecida, adicionalmente se lleva una cantidad de viales envasado para unos análisis y pruebas de hermeticidad.

**Lavado externo:** los viales después del envasado del producto polvo en suspensión son sometidos a un lavado externo para retirar los restos de polvo.

**Secado Externo:** en este proceso se seca el resto de agua que se le inyecta para quitar el polvo.

**Etiquetado:** es la etapa donde el producto sale identificado para la venta.

**Empaque:** los viales son encajados y puesto en el almacén, para posteriormente proceder a la distribución.



## 2.5.4. DAP del área de envasado de productos en polvo para suspensión

Tabla 8. Diagrama de actividades del proceso de la línea de Envasado de productos en suspensión.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO								
Empresa Farmacéutica		Cuadro Resumen						
Ubicación: Ate- Lima		Actividades	Proceso Actual					
			Nº	T(min)	Distancia (m)	% Tiempo		
Proceso: Envasado de Producto en suspensión (Meropenem)		○ Operaciones	11	880	0	73%		
		➡ Transporte	3	93	25	8%		
El diagrama inicia: Recepcion de la materia Prima		□ Inspección	4	15	0	1%		
		◉ Combinada	2	208	0	17%		
El diagrama Termina: Almacenamiento del producto terminado		▽ Almacenaje	1	4	0	0%		
		<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>1200</b>	<b>25</b>	<b>100%</b>		
Nº	Descripción	Actividad						
		○	➡	□	◉	▽	T(min)	Distancia (m)
1	Recepción de materiales (tapon, viales, precintos y materia prima)	●					5	0
2	Se verifica los datos de la materia prima.		●				2	0
3	Traslado de la materia prima y materiales al area de envasado.		●				2	10
4	Apertura de la Tambora de la materia prima.	●					1	0
5	Vertir la materia prima a las tova primaria.	●					2	0
6	Lavado de viales				●		150	0
7	Secado		●				66	10
8	Esterilizado				●		58	0
9	Enfriado	●					52	0
10	Se verifica el peso según promedio.		●				3	0
11	Ensavado.	●					260	0
12	Control de peso (control de calidad).		●				5	0
13	Taponado.	●					105	0
14	Verificar los frascos envasados (control de calidad)		●				5	0
15	Precintado.	●					115	0
16	Lavado externo.	●					110	0
17	Traslado de los frascos al area de lavado externo		●				25	5
18	Secado Externo.	●					30	0
19	Etiquetado.	●					120	0
20	Empaque.	●					80	0
21	Almacenado.					●	4	0
<b>TOTAL GENERAL</b>							<b>1200</b>	<b>25</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8. En el DAP podemos apreciar el mayor tiempo (260 min) que corresponde al proceso de envasado, este tiempo se incrementa con las diferentes fallas que se presentan a lo largo del proceso, asimismo se puede apreciar que la mayor cantidad de porcentaje de horas está en las operaciones.

### 2.5.5. Proceso de envasado

Dentro de la línea de productos en polvo para suspensión, se encuentra el proceso de envasado, este proceso de envasado está a cargo de la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569 con un rendimiento de 6,250 viales/ h según manual técnico, calificado el proceso de envasado para trabajar a un 80% de su rendimiento teórico, obteniendo como rendimiento final 5,000 viales/h.

Siendo la máquina dosificadora de polvo Cima EV-569 la principal del proceso de envasado, detallaremos detenidamente todas las partes de la máquina y actividades que se generan en esta etapa del proceso:

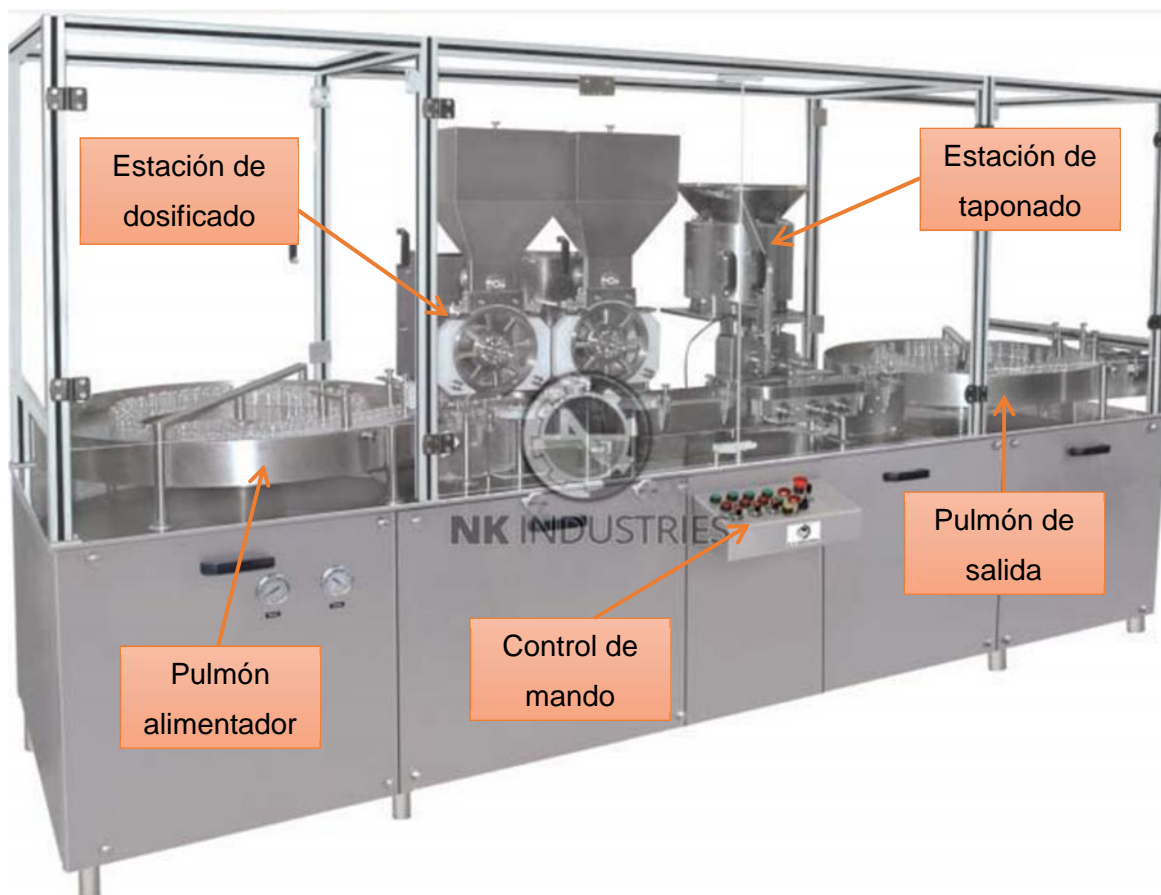


Figura 14. Máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14. Se puede apreciar las diferentes partes de la máquina en el proceso de envasado, dando inicio al proceso en el pulmón alimentador de viales, posteriormente pasando los viales a la estación de dosificado, es aquí donde se vertira el polvo en el vial o frasco de forma automática a través de un disco dosificador previamente regulado para la cantidad dosificada que en nuestro caso será de 500mg, a continuación el vial dosificado con polvo, pasara a la estación de taponado, donde se le colocara de forma automática un tapón para hermetizar el producto en polvo del medio exterior, finalmente el vial llegara a través de unas bandas transportadoras al pulmón de salida, encargada de transportar los viales al siguiente proceso de precintado.

Figura 15. Pulmón alimentador, su función es recepcionar y acumular los viales esterilizados de la salida del túnel y alimentar a la estación de dosificación, la regulación de la velocidad va depender de la presentación del vial y la cantidad de polvo a dosificar, esta estación presenta problemas en el reductor de transmisión de giro y en los rodamientos de apoyo del disco giratorio, generando vibraciones y atascamientos.

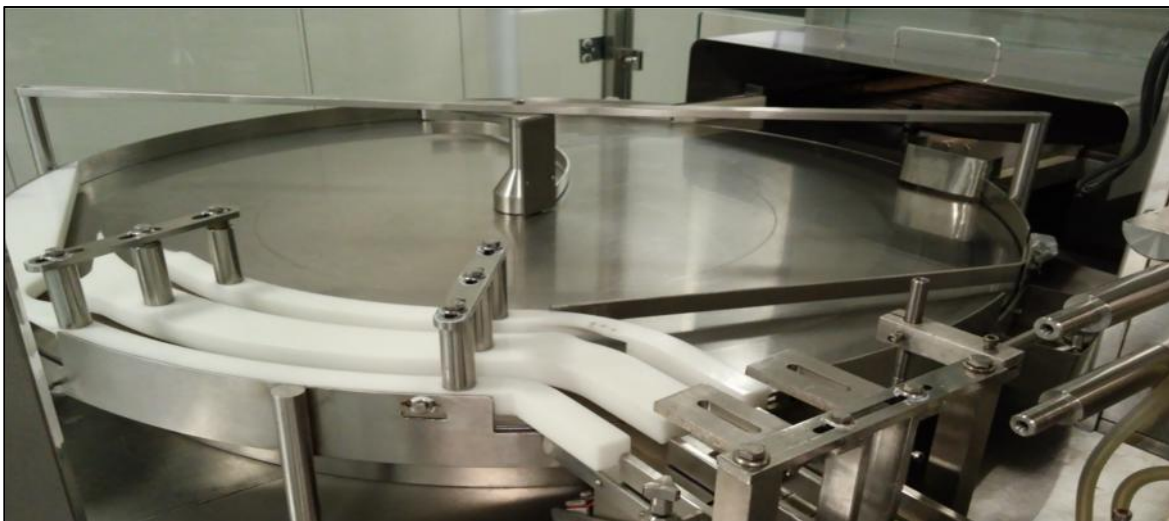


Figura 15. Pulmón alimentador de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Estación de dosificado, esta estación es la que cumple la función de dosificar el polvo hacia los viales en la mayoría de veces es la que presenta la mayor cantidad de incidencia de fallas, esto debido a falta de limpieza de los filtro

del disco dosificadores, sensores, desincronización de los puntos de inicio, embregues sueltos por resortes vencidos.



*Figura 16. Estación de dosificado de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569.*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Estación de taponado, En esta estación el vial es taponado y sus incidencia de fallas son debido a que esta estación trabaja con múltiples sistemas y componentes neumáticos, sistema de embrague, generadores de vacío y sensores de proximidad, todos estos sistemas al no contar con un mantenimiento de frecuencia periódica y un monitoreo por parte de los operarios, tienen un alto potencial de fallo.



*Figura 17. Estación de taponado de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569.*

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18 Pulmón de salida, En esta etapa el vial es transportado a través de su movimiento giratorio hacia la estación precintado, las fallas de mayor incidencia son el atascamiento de los rodamientos de soporte de la mesa y la rotura de los acoplamientos flexibles del motor con el reductor.



Figura 18. Pulmón de salida de la máquina Dosificadora de polvo Cima EV-569.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.6. Paradas de la maquina

Tabla 9. Horas paradas de máquina de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión.

HORAS DE PARADAS x MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
MESES	HORAS MAQUINA	HORAS HOMBRE
OCTUBRE	46	92
NOVIEMBRE	34	68
DICIEMBRE	64	128
PROMEDIO DE HORAS AL MES	48	96
PROMEDIO DE HORAS AL DIA	2	4
TIEMPO DE PARADA EN MINUTOS		
PROMEDIO AL MES	2880	min/mes
PROMEDIO AL DIA	120	min/día

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9. Podemos observar los diferentes tiempos de paradas de máquina durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, los tiempos que genera en cuanto a las horas hombre del área de mantenimiento para restablecer la continuidad del proceso, En promedio se genera 120 min de parada al día tomando como referencia las data de los 3 meses.

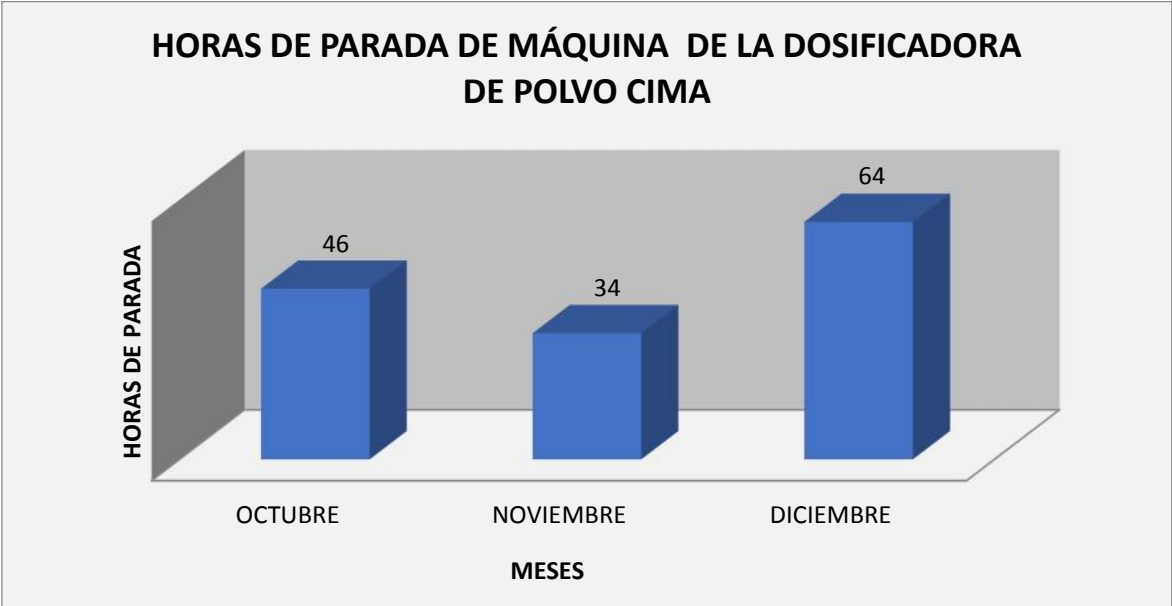


Figura 19. Grafica de paradas de la maquina dosificadora de polvo Cima.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5.7. Rendimiento de máquina

La máquina tiene un rendimiento de 5,000 viales/h para producir, teniendo en cuenta que se envasa 1 lote por día de 90, 000 viales en presentación de 10ml, envasado con polvo para suspensión de 500mg, el tiempo que se emplearía para realizar el envasado seria de 18 horas efectivas, de las 24 horas disponibles, restando 6 horas que están imputados a las horas de refrigerio, setup, limpieza y al mantenimiento preventivo de la máquina.

Tabla 10. Capacidad de envasado según el rendimiento de máquina.

<b>CAPACIDAD DE ENVASADO SEGÚN RENDIMIENTO DE MAQUINA</b>		
RENDIMIENTO DE LA MAQUINA	5,000	viales/h
CANTIDAD DE VIALES ENVASADO	90,000	viales/dia
HORAS EFECTIVAS PARA ENVASAR	18	h/dia
TOTAL DE HORAS DISPONIBLE	24	h/dia
TIEMPO RESTANTE	6	h/dia
<b>CONSIDERANDO 2 HORAS DE PARADA</b>		
TOTAL DE HORAS DISPONIBLE	24	h/dia
TIEMPO TOTAL MAQUINA PARADA	8	h/dia
HORAS EFECTIVAS PARA ENVASAR	16	h/dia
CANTIDAD DE VIALES ENVASADO	80,000	viales/dia
REFRIGERIO	2.25	h/dia
SETUP	0.75	h/dia
LIMPIEZA	0.6	h/dia
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	2.4	h/dia
<b>TIEMPO DE PARADA</b>	2	h/dia
TIEMPO TOTAL IMPRODUCTIVO	8	h/dia

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10. Se observa que planta tiene una disponibilidad de planta de 24 horas para poder trabajar, de los cuales estas horas son reducidas por los tiempo de refrigerio, setup, limpieza y el mantenimiento preventivo a la máquina sumado en los 3 turnos, obteniendo finalmente 18 horas efectivas para trabajar, asimismo si a estas horas se le resta el tiempo promedio de 2 horas por las diferentes fallas y averías de la máquina se obtendría 16 horas efectivas para trabajar.

### 2.5.8. Cantidad de producto envasado

Con respecto al área de producción se detallara el análisis de la cantidad de producto envasado, multiplicando el peso promedio obtenido por la cantidad real de vial envasado obteniendo como resultado la cantidad real del granel envasado.

Tabla 11. Cantidad de producto envasado.

CANTIDAD DE PRODUCTO ENVASADO					
PRODUCTO:	Polvo para suspension de 500mg				
CANTIDAD :	90,000 viales				
MATERIALES	CANTIDAD	CANT. REVISADO	MUESTRAS		
VIAL	92,500	81,940	560		
TAPON	93,750	82,500			
PRECINTOS	94,600				
PESO TEORICO	0.681	g	CANT.DE PRODUCTO ENVASADO		
PESO PROM.OBT.	0.687	g			
CANTIDAD TEORICA	92,500		CANT. TEORICA	62,993	g
CANT.PROGRAMADA DE VIAL RECIB.	90,000				
CANT.REAL DE VIAL ENV.	82,500	92%	CANT. PROG.DEL GRANEL	61,290	g 100%
MUESTRAS	560				
CANT.NETA	81,940		CANT.REAL OBT.DEL GRANEL	56,678	g 92%
TOTAL MERMA	7,500	8%			
MERMA x ENV.	6,500	7%	MERMA GRANEL	4,613	g 8%
MERMA x REV.	1,000	1%			
PORCENTAJE TOTAL		100%			

Fuente: Elaboración propia.

## 2.5.9. Cantidad de viales por lotes envasados

El cuadro nos permite visualizar la cantidad de viales envasados por lotes y realizar un comparativo de los lotes envasados versus la cantidad viales que se dejan de envasar a causa de las diferentes averías y fallas que se presentan en la máquina, este cuadro nos permite entender los incumplimientos de la programación diaria y la cantidad de lotes que se deja de envasar en el periodo de una mes a causa de las constantes fallas y averías de la máquina.

Tabla 12. Cantidad de viales por lotes envasados.

CANTIDAD DE VIALES POR LOTES ENVASADOS					
24 LOTES			23 LOTES		
CANT. DE VIALES ENV. POR DIA	90,000	viales/dia	CANT. DE VIALES ENV. POR DIA	90,000	viales/dia
DIA AL MES	24	dias/mes	DIA AL MES	23	dias/mes
LOTES AL DIA	1	lote/dia	LOTES AL DIA	1	lote/dia
CANTIDAD DE LOTES AL MES	24	lotes/mes	CANTIDAD DE LOTES AL MES	23	lotes/mes
TOTAL DE VIALES AL MES	2,160,000	viales/mes	TOTAL DE VIALES AL MES	2,070,000	viales/mes
PROMEDIO DE VIALES AL DIA	90,000	viales/dia	PROMEDIO DE VIALES AL DIA	86,250	viales/dia
VIALES SIN ENVASAR	0	viales/dia	VIALES SIN ENVASAR	3,750	viales/dia

Fuente: Elaboración propia



En la tabla 12. Se observa que 3,750 viales sin envasar por día impactan en la pérdida de 1 lote al mes.

#### **2.5.10. Implementación del método:**

Una vez identificado el problema y las principales causas del presente proyecto de investigación, se planteó a la gerencia la necesidad de implementar el mantenimiento planificado dentro de la línea de productos en polvo para suspensión para mejorar la productividad.

Se recibe por parte de la gerencia la aprobación del proyecto y brindar las facilidades en cuanto uso de los recursos necesarios en la implementación del mantenimiento planificado en la línea de productos en polvo para suspensión.

La implementación del mantenimiento planificado requiere el tiempo y la colaboración de todos los departamentos de la empresa, es necesario establecer los grupos de trabajo.

#### **Establecer grupos de trabajo**

El presente equipo de trabajo estará conformado por: el líder del equipo, el jefe del área, el supervisor de la línea, los técnicos y operarios.

**El Líder:** del equipo es la persona encargada de realizar acabo las capacitaciones a todo el personal involucrado acerca de las diferentes etapas de la implementación del mantenimiento planificado, establecer las responsabilidades de cada uno de los participantes, concientizar y motivar al personal de la importancia de la herramienta en uso, determinar el tiempo de duración de la implementación a través de un cronograma de actividades.

**El jefe del área:** es el encargado de brindar los recursos y elegir a los operarios, realizar auditorías para monitorear el cumplimiento de la ejecución del mantenimiento planificado.

**El supervisor:** tiene la función de monitorear de forma constante el proceso en campo, en asegurar que su personal tenga el conocimiento y la motivación, de realizar el informe del avance.

**El técnico:** cumple la función de levantar información de las inspecciones realizadas durante el mantenimiento para posteriormente establecer tiempos en la plan de mantenimiento y determinar las frecuencias.

**El operario de la línea de envasado:** es el encargado de mantener informado al área de mantenimiento de los diferentes incidentes de las fallas de los equipos durante el proceso productivo, como también del mantenimiento autónomo realizando actividades sencillas con limpieza, inspección y lubricación de las diferentes partes del equipo.

### 2.5.10.1. Etapas de la Implementación del método:

*Tabla 13. Etapas de implementación del mantenimiento planificado.*

ETAPAS	ACTIVIDADES PRINCIPALES
1. Análisis y conocimiento de la condición actual del equipo	- Establecer un control de monitoreo.
2. Búsqueda y optimización del equipo hacia su estado ideal	- Establecer actividades del mantenimiento autónomo como inspección, lubricación y limpieza.
3. Establecer un sistema de control de la información	- Realizar un registro de datos del control de mantenimiento preventivo y correctivo. - Establecer un control de repuestos.
4. Establecer un sistema de mantenimiento sistemático	- Realizar un plan de mantenimiento
5. Evaluación del mantenimiento Planificado	- Establecer indicadores.

Fuente: Elaboración propia

### 2.5.10.2. Cronograma de actividades de la implementación de mantenimiento planificado

Tabla 14. Cronograma de implementación del mantenimiento planificado.

ACTIVIDADES	ENERO - 2018																										
	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						SEMANA 4								
	LU	MA	MI	JU	VI	SA	LU	MA	MI	JU	VI	SA	LU	MA	MI	JU	VI	SA	LU	MA	MI	JU	VI	SA			
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27			
Coordinación con la Gerencia General	■																										
Elegir y organizar el equipo de trabajo		■																									
Capacitación de todo el personal involucrado			■	■																							
Establecer un control de monitoreo				■	■	■	■																				
Establecer actividades del mantenimiento autónomo como inspección, lubricación y limpieza.							■	■	■	■																	
Realizar una base de datos del control de mantenimiento preventivo y correctivo.										■	■	■	■														
Establecer un control de repuestos.													■	■	■	■											
Realizar un plan de mantenimiento																		■	■	■	■	■					
Establecer indicadores																							■	■			

Fuente: Elaboración propia

## **2.5.11. Implementación de propuestas de mejoras**

### **Paso 1. Establecer un control de monitoreo**

Esta etapa es importante para planificar y organizar con antelación las actividades de mantenimiento, para ello es importante contar con la mayor cantidad de información de los equipos a través una ficha técnica donde registraremos el nombre, marca, modelo, puesta en marcha, capacidad, rendimiento y repuestos críticos, toda esta información ayudara a tener una base de dato que posteriormente facilitara a realizar un análisis efectivo de criticidad y para establecer un control de monitoreo, con prioridades, alta, media y baja, este control estará a cargo de los operadores de la línea de envasado de polvo, reportando los diferentes trabajos pendientes a realizar en la máquina, en un formato previamente establecido, con la participación del supervisor en hacer el seguimiento de la ejecución del registro al final de turno por día.

### **Paso 2. Establecer actividades del mantenimiento autónomo**

En esta etapa el operario realiza actividades sencillas como inspección, limpieza y lubricación de las máquinas, en el proceso de envasado de productos en polvos para suspensión, el operario es capacitado para ejercer actividades básicas después de culminar su proceso de envasado como:

#### Inspección

Terminado el proceso de avanzado, se procederá a realizar una inspección de todas las partes de la máquina, con el objetivo de cuidar la integridad de los componentes y evitar paros en los posteriores envasados, esta tarea va de la mano con la limpieza, donde ambas actividades generan una mejor mantención de los equipos.

#### Limpieza

En primer lugar para realizar esta actividad el operador debe contar con elementos de seguridad personal para la realización de la limpieza, guantes de alta resistencia para proteger las manos ante cualquier fragmente de vidrio. Esta

máquina para su limpieza o lavado no requiere agua a alta presión, se indica remover los pedazos pequeños de vidrio con un cepillo, brocha o colector de polvo, el motor no debe ser limpiado con elementos húmedos, posteriormente se empezara a realizar la limpieza de las diferentes partes de la maquina interna, para la limpieza e inspección de la máquina contaremos con un registro de diferentes frecuencias que estarán establecidas en función a la importancia de la mantención de las distintas partes principales de la máquina.

#### Lubricación

Se realizara la lubricación de las partes de la maquina en función de las horas de trabajo de la máquina, haciendo uso de lubricantes como la grasa y el aceite, esta actividad permitirá reducir el desgaste prematuro de los elementos que se encuentren en constante fricción, para esta actividad se realizó un formato de rutinas de lubricación.

### **Paso 3. Realizar un registro de datos del control de mantenimiento preventivo y correctivo.**

En etapa se reporta los datos de las diferentes incidencias de las maquina dosificara de polvo cima EV-569, esto nos ayudara a establecer diferentes indicadores que posteriormente faciliten la toma de decisiones de manera efectiva, y a plantear actividades de mejoras que justifiquen el costo de la inversión, este registro como bases de datos nos ayudara a determinar qué tipo de falla es la de mayor incidencia, dentro de las fallas tenemos: mecánicas, eléctricas y neumáticas, así mismo se realizara un registro de datos de los mantenimientos preventivos con los diferentes trabajos pendientes por realizar para ser planificados y programados posteriormente, toda esta información nos ayudara a tener un mejor control del estatus de la máquina dosificadora de polvo Cima; estas actividades estarán a cargo del área de mantenimiento, con la ayuda de los supervisores de las áreas en comunicar las incidencias.

#### Registro de datos del mantenimiento correctivo

Para esta base de dato se tomara en cuenta, la máquina, el área, el tipo de mantenimiento, las fechas, el defecto informado, el tipo de falla, este registro ayudara a establecer indicadores al final del mes.

#### Registro de datos del mantenimiento preventivo

Tiene como finalidad no dejar pasar ninguna actividad pendiente después del mantenimiento preventivo, ya que en reiteradas ocasiones se dejan actividades por realizar y convirtiéndose estas más adelante en fallas potenciales.

#### Establecer un control de repuestos.

Se Realiza un análisis de tendencia de consumo de los materiales y repuestos del almacén de mantenimiento para establecer stock de seguridad y el punto de pedido, ayudándonos a contar con los repuestos críticos y consumibles en la ejecución del mantenimiento, esto nos ayudó a tener un menor tiempo de respuesta en restablecer la continuidad de los equipa parados, asimismo se redujo el uso de caja chica para la compra de repuestos fuera de la empresa, se empezó a crear solpes abiertas a los materiales de mayor consumo.

#### Cuadro de control de repuestos

Este cuadro ayudara a trabajar los repuestos y materiales en función a stock de pedidos, punto de pedido. Se obtuvo los datos de consumos de los últimos 5 años para poder establecer una tendencia y poder determinar el consumo mensual y diario de las materiales y repuestos del almacén.

### **Paso 4. Realizar un plan de mantenimiento**

En esta etapa se crea un plan de mantenimiento de la maquinas dosificadora de polvo cima EV-569 que este en función de las incidencias de fallas, se redujo la frecuencia del mantenimiento a cuatrimestral debido a la cantidad de polvo que se

genera en el área y las constantes paradas de máquina, se estandarizó los tiempos para cada actividad del mantenimiento, mejorando el backlog y haciendo un mejor uso de las horas hombre del área de mantenimiento, el plan de mantenimiento se realizó en tres etapas con la ayuda de los técnicos y supervisores para establecer los tiempo estándar de las actividades de cada actividad.

El criterio que se utilizó para realizar el plan de mantenimiento es a través de criterios del RCM donde las actividades de mantenimiento ejecutar esta en función a las fallas funcionales de las máquinas, separando las partes de la máquina para una mejor intervención en sistemas y subsistemas.

### **Paso 5. Realizar indicadores**

Se implementó indicadores de mantenimiento de confiabilidad y mantenibilidad que ayuden a la toma de decisiones, y tener una lectura de la gestión en la implementación del mantenimiento planificado, se coordinó con el área de operaciones de la producción para que nos brinde las horas efectivas de producción de las máquina dosificadora de polvos, estos nos permitió contar con las horas de operación que divida entre las frecuencias de fallas nos brindara el indicador de confiabilidad, y las horas por reparación entre las cantidad de reparaciones nos brinda el indicador de mantenibilidad, estos indicadores ayudan a tener un mejor evolución del mantenimiento planificado.

Para esta máquina Dosificadora de polvo cima se establecieron dos indicadores

#### **Confiabilidad**

Este indicador nos ayudara a establecer el tiempo promedio para que ocurrir la siguiente falla.

#### **Mantenibilidad**

Este indicador nos permitirá, conocer en promedio cuanto tiempo se demora restablecer el funcionamiento el equipo después haber fallado.

### 2.5.12. Resultados comparativos

Después de la implementación del mantenimiento planificado durante el mes de enero del 2018, se toman registros del pos-test en 12 semanas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018, apreciándose los siguientes resultados gráficamente.

el indicador de la Disponibilidad Operacional incremento considerablemente luego de la aplicación del mantenimiento planificado, esto debido a que hay una trabajo sistemático de prevención y de la mejora en la gestión de repuesto permitiendo contar con una lista de repuestos críticos que ayuden a tener menor tiempo de respuesta en restablecer el funcionamiento de los equipos, asimismo se trabajó conjuntamente con el área de producción en la preservación del estado de las distintas partes de la máquina.

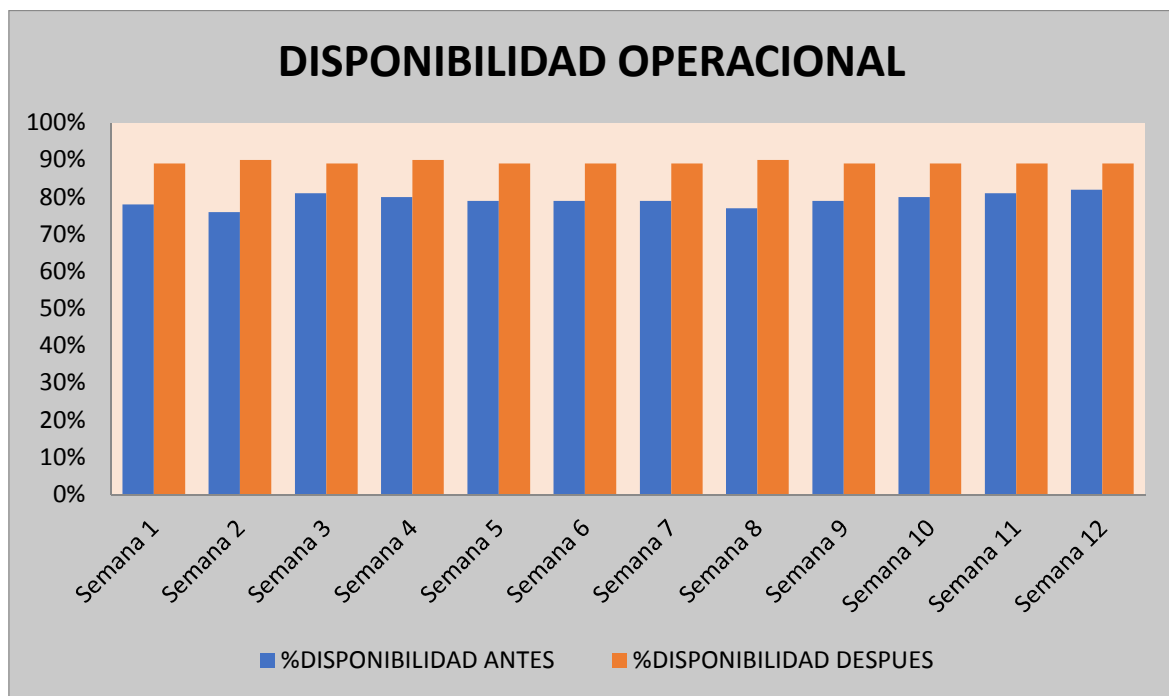


Figura 20. Grafico comparativo de la utilización de Disponibilidad operacional del antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En el grafico 20. Se puede apreciar una mejora considerable de la disponibilidad operacional de la máquina, con un antes del 79% en 12 semanas durante los



meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, en comparación a un resultado posterior a la implementación de un mantenimiento plantificado durante el mes de enero del 2018, obteniendo un resultado de un 89%.en 12 semanas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018.

Con respecto a la eficiencia se mejoró el indicador de utilización de maquinaria debido a un mejor uso del activo, implementando actividades que incidan en la preservación de los componentes del equipo por parte del personal de producción de forma sistemática.

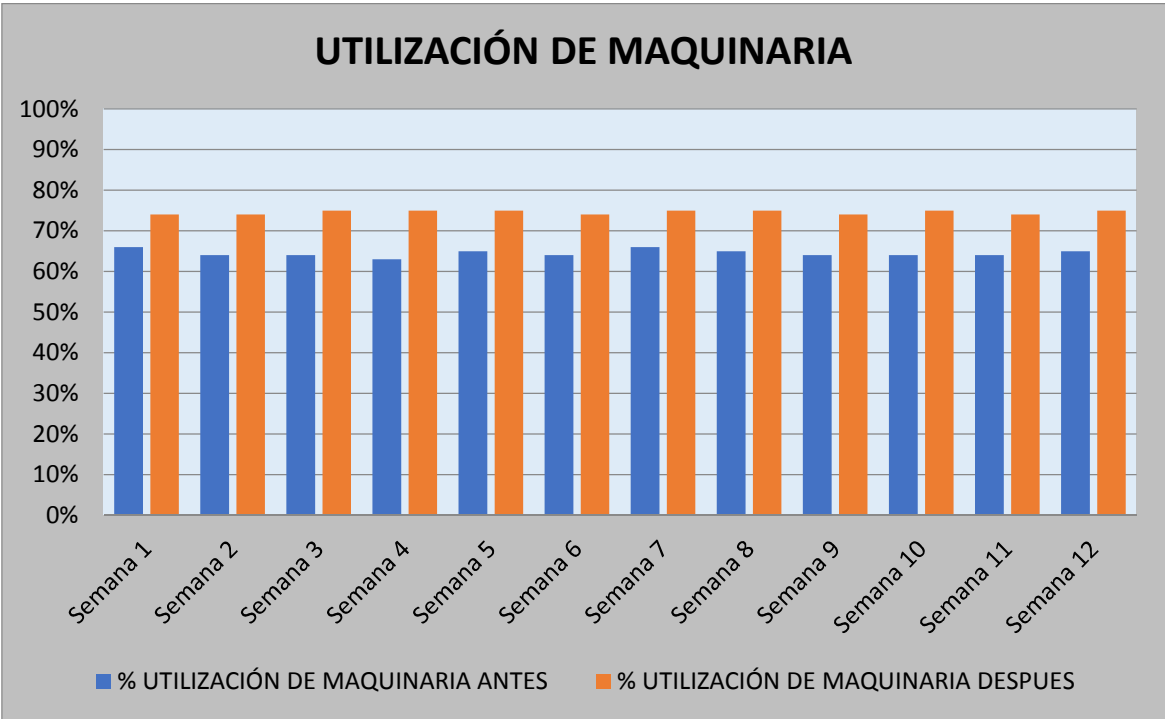


Figura 21. Grafico comparativo de la utilización de maquinaria del antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21. Se puede apreciar una mejora considerable de la utilización de la maquinaria, indicador de la eficiencia, con un antes del 65% en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, en comparación a un resultado posterior a la implementación de un mantenimiento plantificado durante el mes de enero del 2018, obteniendo un resultado de un 75%.en 12 semanas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018.

La eficacia mejoro a través del indicador de cumplimiento de producción, al tener un mayor tiempo de funcionamiento del equipo operacionalmente, se tiene una mayor oportunidad de mejora para poder producir y cumplir con la producción programada en los tiempo establecidos.

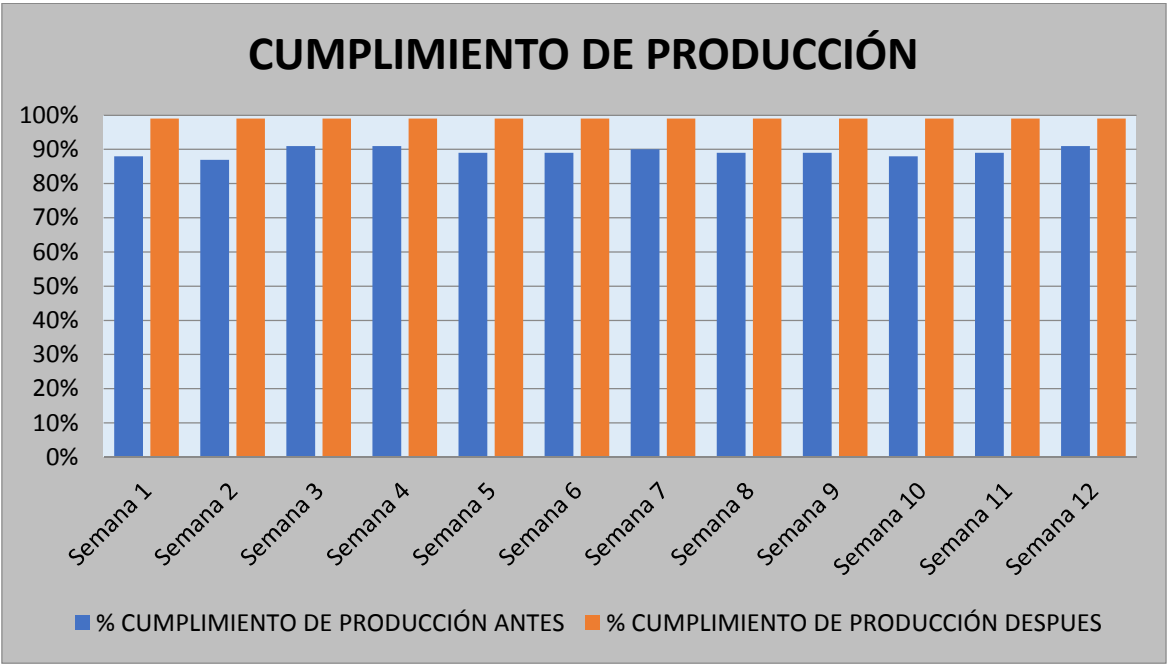


Figura 22. Grafico comparativo del cumplimiento de producción del antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22. Se puede apreciar una mejora en el cumplimiento de producción, indicador de la eficacia, con un antes del 89% en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, en comparación a un resultado posterior a la implementación de un mantenimiento plantificado durante el mes de enero del 2018, obteniendo un resultado de un 99 % en 12 semanas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018.

Finalmente mejorando la eficiencia y la eficacia se logra incrementar la productividad significativamente, este indicador nos muestra el buen uso que se hace del recurso máquina para obtener producto (vial envasado con polvo para suspensión).

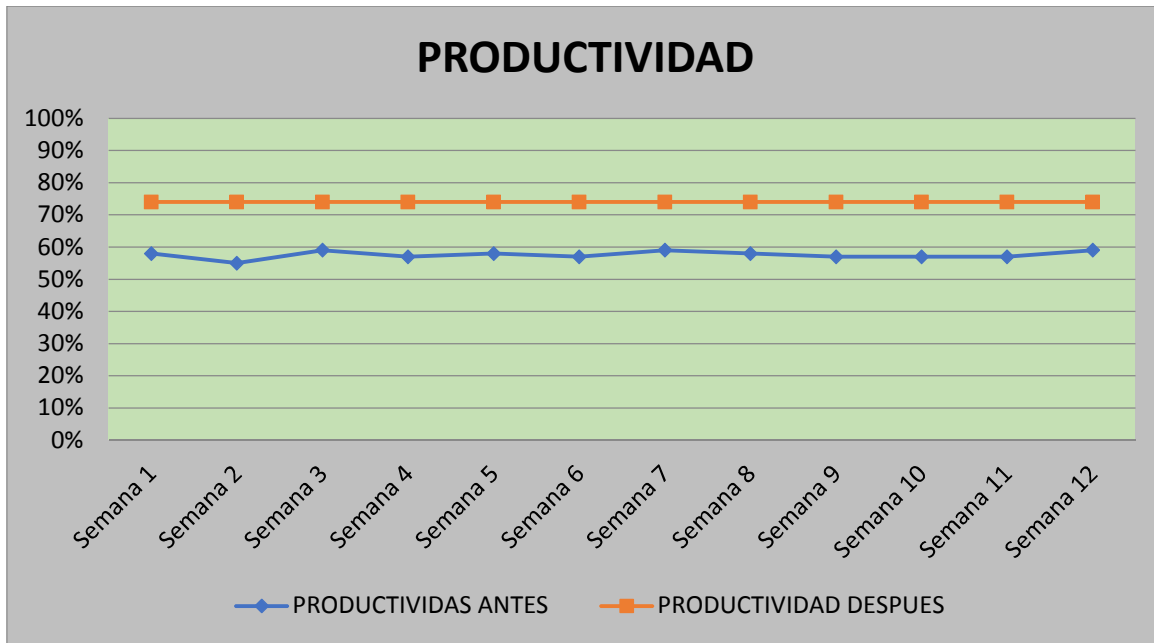


Figura 23. Grafico comparativo de la productividad del antes y después.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23. Se puede apreciar una mejora significativa de la productividad, con un resultado anterior del 58 % en 12 semanas durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2017, en comparación a un resultado posterior a la implementación de un mantenimiento plantificado durante el mes de enero del 2018, obteniendo un resultado de un 74 % en 12 semanas durante los meses de febrero, marzo y abril del 2018.

## 2.6. Aspectos éticos

En el proyecto el investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados, y la fiabilidad de los datos asignados por la empresa, así como la identidad de los individuos que participan en el estudio. Ratificamos que la información consignada en la presente investigación, están debidamente referenciada, así como el cumplimiento de la normatividad establecida por la escuela de ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis descriptivo

#### 3.1.1 Variable Dependiente: PRODUCTIVIDAD

Tabla 15. Cuadro de resultados estadísticos de Productividad.

		Estadístico	Error estándar	
Productividad Antes	Media	57,5647	,44031	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	56,6812 58,4483	
	Media recortada al 5%	57,6087		
	Mediana	57,8500		
	Varianza	10,275		
	Desviación estándar	3,20547		
	Mínimo	50,83		
	Máximo	63,83		
	Rango	13,00		
	Rango intercuartil	5,04		
	Asimetría	-,203	,327	
	Curtosis	-,563	,644	
	Productividad Después	Media	74,0170	,07251
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	73,8715 74,1625	
Media recortada al 5%		74,0361		
Mediana		73,9200		
Varianza		,279		
Desviación estándar		,52787		
Mínimo		72,74		
Máximo		74,66		
Rango		1,92		
Rango intercuartil		,90		
Asimetría		-,335	,327	
Curtosis		-1,220	,644	

Fuente: Elaboración propia.

Esta es la primera prueba que realizamos para comprobar si los datos proceden de una distribución normal. Si los datos son aproximadamente normales, la forma de la gráfica será similar a la de la curva normal superpuesta (esto es, con forma de joroba y simétrica alrededor de la media).

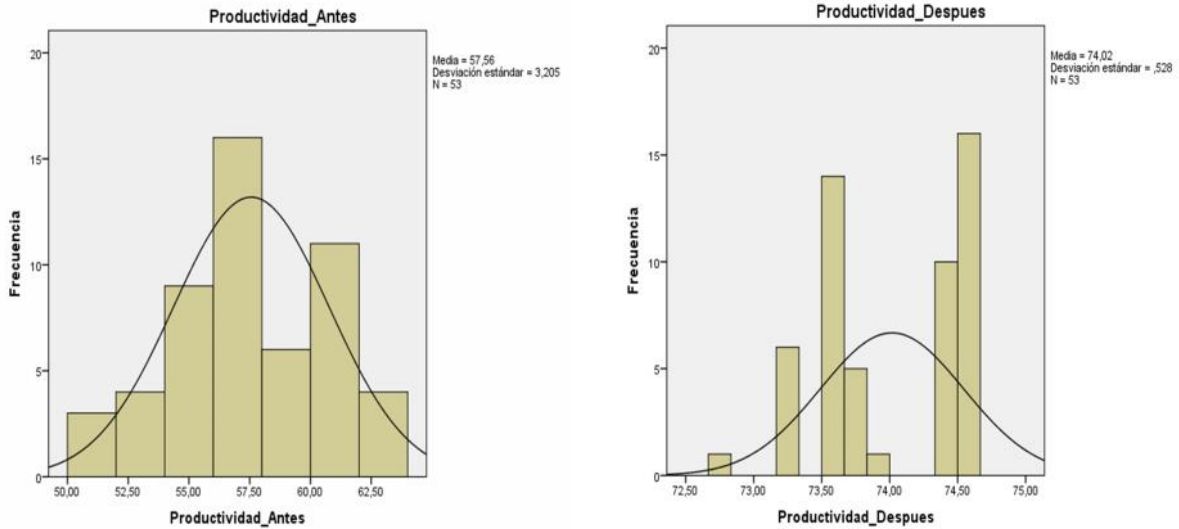


Figura 24. Graficas de histograma y curva normal de Productividad.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que la distribución de la variable Productividad Antes tiene de Media 57,56 con una Varianza de 10,275; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,203.

Podemos ver que la distribución de la variable Productividad Después tiene de Media 74,02 con una varianza de 0,279; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,335.

Los resultados observado reflejan un cambio en los promedios de ambas muestras siendo 57,56 para el pre test y 74,02 para el post test, lo cual significa que hubo una mejora significativa en la productividad de acuerdo al método propuesto, el cual sugiere alcanzar resultados favorables, así mismo analizando los valores de la varianzas 10,275 del pre test y 0,279 del post test, podemos observar que la varianza del pre test presenta una mayor dispersión, es decir que los datos se encuentra más dispersos de su media, en comparación a la varianza del post test. El intervalo de confianza para el pre test va de (56,68 a 58,45) y en el post test (73,87 a 74,16) el cual va a generar un incremento significativo en los resultados obtenidos a partir de un mejor aporte en la implementación del mantenimiento planificado.

### 3.1.2 Variable Dependiente – dimensión 1: EFICIENCIA

Tabla 16. Cuadro de resultados estadísticos de Eficiencia.

		Estadístico	Error estándar	
Eficiencia Antes	Media	64,5060	,31200	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	63,8800	
		Límite superior	65,1321	
	Media recortada al 5%	64,6536		
	Mediana	65,0000		
	Varianza	5,159		
	Desviación estándar	2,27137		
	Mínimo	59,17		
	Máximo	66,67		
	Rango	7,50		
	Rango intercuartil	4,17		
	Asimetría	-,744	,327	
	Curtosis	-,736	,644	
Eficiencia Después	Media	74,5138	,06976	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	74,3738	
		Límite superior	74,6538	
	Media recortada al 5%	74,5380		
	Mediana	74,1700		
	Varianza	,258		
	Desviación estándar	,50786		
	Mínimo	73,33		
	Máximo	75,00		
	Rango	1,67		
	Rango intercuartil	,83		
	Asimetría	-,329	,327	
	Curtosis	-1,319	,644	

Fuente: Elaboración propia.



Esta es la primera prueba que realizamos para comprobar si los datos proceden de una distribución normal. Si los datos son aproximadamente normales, la forma de la gráfica será similar a la de la curva normal superpuesta (esto es, con forma de joroba y simétrica alrededor de la media).

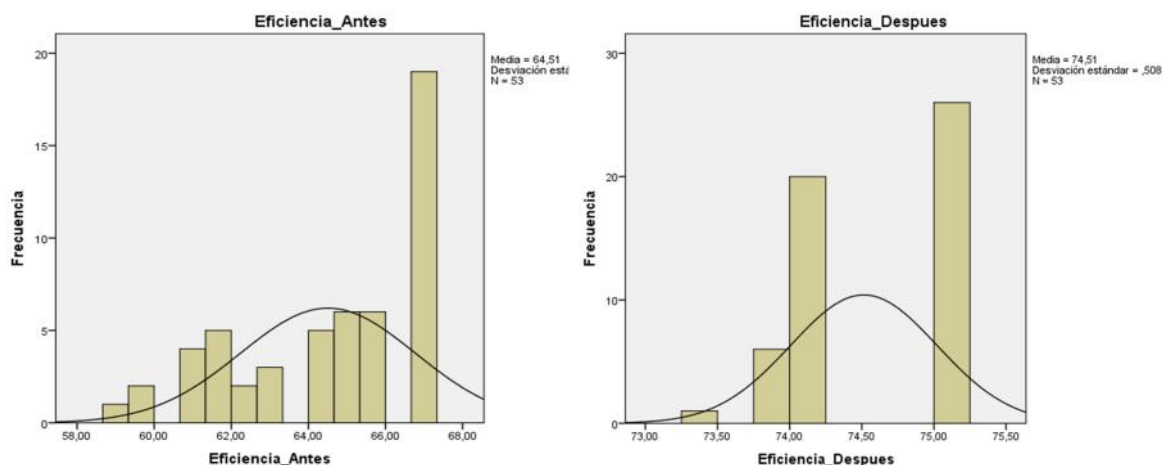


Figura 25. Graficas de histograma y curva normal de Eficiencia.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que la distribución de la variable Eficiencia Antes tiene de Media 64,51 con una Varianza de 5,159; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,744.

Podemos ver que la distribución de la variable Eficiencia Después tiene de Media 74,51 con una varianza de 0,258; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,329.

Los resultados observado reflejan un cambio en los promedios de ambas muestras siendo 64,51 para el pre test y 74,51 para el post test, lo cual significa que hubo una mejora significativa en la eficiencia de acuerdo al método propuesto, el cual sugiere alcanzar resultados favorables, así mismo analizando los valores de la varianzas 5,159 del pre test y 0,258 del post test, podemos observar que la varianza del pre test presenta una mayor dispersión, es decir que los datos se encuentra más dispersos de su media, en comparación a la varianza del post test. El intervalo de confianza para el pre test va de (63,88 a 65,13) y en el post test (74,37 a 74,65) el cual va a generar un incremento significativo en los resultados obtenidos a partir de un mejor aporte en la implementación del mantenimiento planificado.

### 3.1.3 Variable Dependiente – dimensión 2: EFICACIA

Tabla 17. Cuadro de resultados estadísticos de Eficacia.

		Estadístico	Error estándar
Eficacia Antes	Media	89,2126	,41694
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	88,3760 90,0493
	Media recortada al 5%	89,1077	
	Mediana	89,5900	
	Varianza	9,213	
	Desviación estándar	3,03535	
	Mínimo	84,81	
	Máximo	95,75	
	Rango	10,94	
	Rango intercuartil	4,26	
	Asimetría	,523	,327
	Curtosis	-,737	,644
	Eficacia Después	Media	99,3353
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior Límite superior	99,3089 99,3617
Media recortada al 5%		99,3289	
Mediana		99,3200	
Varianza		,009	
Desviación estándar		,09573	
Mínimo		99,19	
Máximo		99,67	
Rango		,48	
Rango intercuartil		,10	
Asimetría		1,151	,327
Curtosis		2,261	,644

Fuente: Elaboración propia.

Esta es la primera prueba que realizamos para comprobar si los datos proceden de una distribución normal. Si los datos son aproximadamente normales, la forma de la gráfica será similar a la de la curva normal superpuesta (esto es, con forma de joroba y simétrica alrededor de la media).

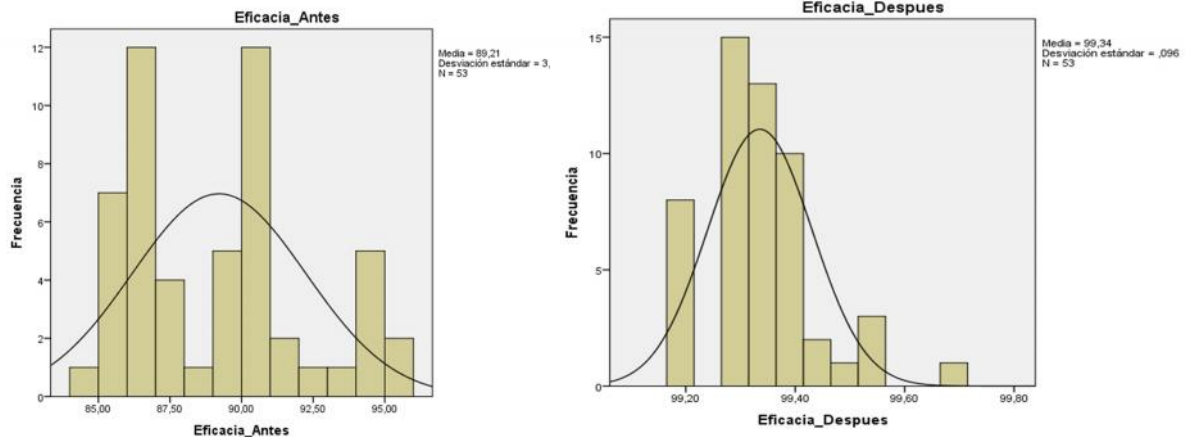


Figura 26. Graficas de histograma y curva normal Eficacia.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que la distribución de la variable Eficacia Antes tiene de Media 89,21 con una Varianza de 9,213; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente positiva de 0,523.

Podemos ver que la distribución de la variable Eficacia Después tiene de Media 99,34 con una varianza de 0,009; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente positiva de 1,151.

Los resultados observado reflejan un cambio en los promedios de ambas muestras siendo 89,21 para el pre test y 99,34 para el post test, lo cual significa que hubo una mejora significativa en la eficacia de acuerdo al método propuesto, el cual sugiere alcanzar resultados favorables, así mismo analizando los valores de la varianzas 9,213 del pre test y 0,009 del post test, podemos observar que la varianza del pre test presenta una mayor dispersión, es decir que los datos se encuentra más dispersos de su media, en comparación a la varianza del post test. El intervalo de confianza para el pre test va de (88,38 a 90,05) y en el post test (99,31 a 99,36) el cual va a generar un incremento significativo en los resultados obtenidos a partir de un mejor aporte en la implementación del mantenimiento planificado.

### 3.1.4 Variable Independiente: DISPONIBILIDAD

Tabla 18. Cuadro de resultados estadísticos de Disponibilidad.

		Estadístico	Error estándar	
Disponibilidad Antes	Media	79,3564	,36830	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	78,6174	
		Límite superior	80,0955	
	Media recortada al 5%	79,5627		
	Mediana	80,4200		
	Varianza	7,189		
	Desviación estándar	2,68129		
	Mínimo	73,33		
	Máximo	81,67		
	Rango	8,34		
	Rango intercuartil	4,17		
	Asimetría	-,998	,327	
	Curtosis	-,103	,644	
Disponibilidad Después	Media	89,4628	,07357	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	89,3152	
		Límite superior	89,6105	
	Media recortada al 5%	89,4988		
	Mediana	89,1700		
	Varianza	,287		
	Desviación estándar	,53562		
	Mínimo	87,92		
	Máximo	90,00		
	Rango	2,08		
	Rango intercuartil	,83		
	Asimetría	-,452	,327	
	Curtosis	-,452	,644	

Fuente: Elaboración propia.

Esta es la primera prueba que realizamos para comprobar si los datos proceden de una distribución normal. Si los datos son aproximadamente normales, la forma de la gráfica será similar a la de la curva normal superpuesta (esto es, con forma de joroba y simétrica alrededor de la media).

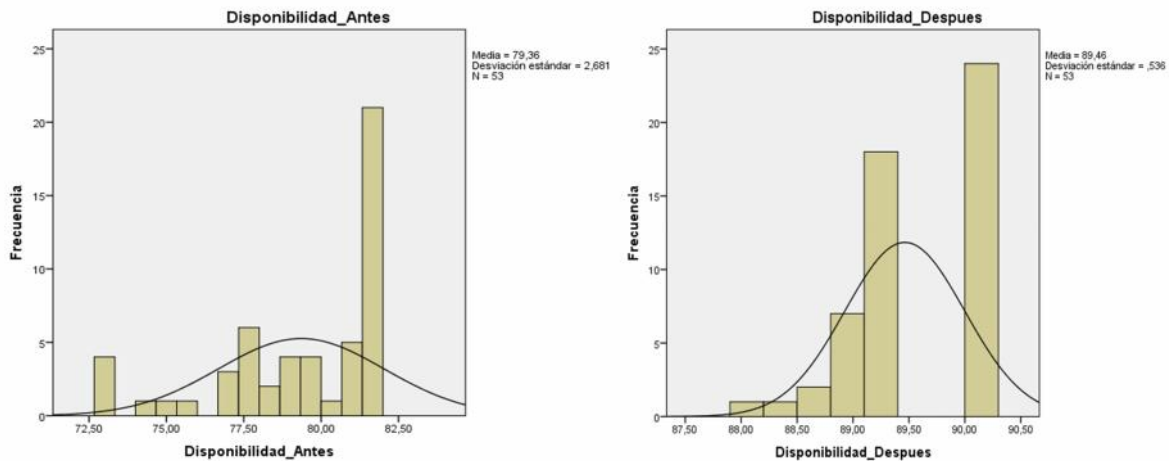


Figura 27. Graficas de histograma y curva normal de Disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Podemos ver que la distribución de la variable Disponibilidad Antes tiene de Media 79,36 con una Varianza de 7,189; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,998.

Podemos ver que la distribución de la variable Disponibilidad Después tiene de Media 89,46 con una varianza de 0,287; el número total de casos analizados fue de 53, así mismo esta variable, tiene una distribución aproximada a la normal, con una asimetría ligeramente negativa de 0,452.

Los resultados observado reflejan un cambio en los promedios de ambas muestras siendo 79,36 para el pre test y 89,46 para el post test, lo cual significa que hubo una mejora significativa en la Disponibilidad de acuerdo al método propuesto, el cual sugiere alcanzar resultados favorables, así mismo analizando los valores de la varianzas 7,189 del pre test y 0,287 del post test, podemos observar que la varianza del pre test presenta una mayor dispersión, es decir que los datos se encuentra más dispersos de su media, en comparación a la varianza del post test. El intervalo de confianza para el pre test va de (78,62 a 80,10) y en el post test (89,32 a 89,61) el cual va a generar un incremento significativo en los resultados obtenidos a partir de un mejor aporte en la implementación del mantenimiento planificado.



## 3.2. Análisis Inferencial

### 3.2.1. Prueba de normalidad:

Se debe tener en cuenta el siguiente criterio:

Comprobamos el nivel de significación (Sig.), si es menor que 0.05 la distribución no es normal, si es mayor o igual que 0.05 la distribución es normal.

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : Los datos tienen una distribución normal.

$H_a$  : Los datos no tienen una distribución normal.

#### 3.2.1.1. Prueba de normalidad Para la variable: PRODUCTIVIDAD

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : Los datos pre test y post test de productividad tienen una distribución normal.

$H_a$  : Los datos pre test y post test de productividad no tienen una distribución normal.

Tabla 19. Cuadro de pruebas de normalidad de Productividad.

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Productividad_Antes	,191	53	,000	,979	53	,474
Productividad_Despues	,262	53	,000	,848	53	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados deducimos:

- La prueba de Kolmogorov para el pre test de productividad nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.
- La prueba de Kolmogorov para el post test de productividad nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.

### 3.2.1.2. Prueba de normalidad – dimensión 1: EFICIENCIA

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : Los datos pre test y post test de eficiencia tienen una distribución normal.

$H_a$  : Los datos pre test y post test de eficiencia no tienen una distribución normal.

Tabla 20. Cuadro de pruebas de normalidad de Eficiencia.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia_Antes	,188	53	,000	,853	53	,000
Eficiencia_Despues	,321	53	,000	,768	53	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados deducimos:

- La prueba de Kolmogorov para el pre test de eficiencia nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.
- La prueba de Kolmogorov para el post test de eficiencia nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.

### 3.2.1.3. Prueba de normalidad – dimensión 2: EFICACIA

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : Los datos pre test y post test de eficacia tienen una distribución normal.

$H_a$  : Los datos pre test y post test de eficacia no tienen una distribución normal.

Tabla 21. Cuadro de pruebas de normalidad de Eficacia.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Antes	,182	53	,000	,921	53	,002
Eficacia_Despues	,160	53	,002	,904	53	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados deducimos:

- La prueba de Kolmogorov para el pre test de eficacia nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.
- La prueba de Kolmogorov para el post test de eficacia nos da un p-valor (Sig.) = 0,000, entonces como el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo tanto, se concluye que los datos no tienen una distribución normal.

### **3.2.2. Prueba de hipótesis:**

#### **3.2.2.1 Prueba de hipótesis para la variable: PRODUCTIVIDAD**

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : La implementación del Mantenimiento Planificado no mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

$H_a$  : La implementación del Mantenimiento Planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

Tabla 22. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Productividad.

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Productividad_Despues	- Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Productividad_Antes	Rangos positivos	53 <sup>b</sup>	27,00	1431,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	53		

a. Productividad\_Despues < Productividad\_Antes

b. Productividad\_Despues > Productividad\_Antes

c. Productividad\_Despues = Productividad\_Antes

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar se muestra la asignación de rangos positivos, negativos y empates, así como la suma de rangos positivos y negativos. Es importante señalar que los rangos están basados en el valor absoluto de la diferencia entre las dos variables contrastadas.

Tabla 23. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Productividad.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
Productividad_Despues - Productividad_Antes	
Z	-6,334 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se presenta la prueba estadística en este caso el valor de la razón z, así como el nivel de significancia de la prueba.

En este caso se rechaza  $H_0$  porque el nivel de significancia de 0.000 es menor a 0.05, y se acepta la hipótesis alternativa  $H_a$ , por lo tanto, podemos afirmar que la

implementación del Mantenimiento Planificado mejora la Productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

### 3.2.2.2. Prueba de hipótesis para variable dependiente - dimensión 1: EFICIENCIA

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : La implementación del Mantenimiento Planificado no mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

$H_a$  : La implementación del Mantenimiento Planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

Tabla 24. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Eficiencia.

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficiencia_Despues	- Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Eficiencia_Antes	Rangos positivos	53 <sup>b</sup>	27,00	1431,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	53		

a. Eficiencia\_Despues < Eficiencia\_Antes

b. Eficiencia\_Despues > Eficiencia\_Antes

c. Eficiencia\_Despues = Eficiencia\_Antes

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar se muestra la asignación de rangos positivos, negativos y empates, así como la suma de rangos positivos y negativos. Es importante señalar que los rangos están basados en el valor absoluto de la diferencia entre las dos variables contrastadas.

Tabla 25. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Eficiencia.

Estadísticos de prueba	
	Eficiencia_Despues - Eficiencia_Antes
Z	-6,345 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se presenta la prueba estadística en este caso el valor de la razón z, así como el nivel de significancia de la prueba.

En este caso se rechaza  $H_0$  porque el nivel de significancia de 0.000 es menor a 0.05, y se acepta la hipótesis alternativa  $H_a$ , por lo tanto, podemos afirmar que la implementación del Mantenimiento Planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

### 3.2.2.3 Prueba de hipótesis para variable dependiente - dimensión 2: EFICACIA.

Hipótesis a contrastar:

$H_0$  : La implementación del Mantenimiento Planificado no mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

$H_a$  : La implementación del Mantenimiento Planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.

Tabla 26. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo de Eficacia.

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Eficacia_Despues	- Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
Eficacia_Antes	Rangos positivos	53 <sup>b</sup>	27,00	1431,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	53		

a. Eficacia\_Despues < Eficacia\_Antes

b. Eficacia\_Despues > Eficacia\_Antes

c. Eficacia\_Despues = Eficacia\_Antes

Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar se muestra la asignación de rangos positivos, negativos y empates, así como la suma de rangos positivos y negativos. Es importante señalar que los rangos están basados en el valor absoluto de la diferencia entre las dos variables contrastadas.

Tabla 27. Cuadro estadístico de prueba de Wilcoxon de Eficacia.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Eficacia_Despues - Eficacia_Antes
Z	-6,334 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se presenta la prueba estadística en este caso el valor de la razón z, así como el nivel de significancia de la prueba.

En este caso se rechaza  $H_0$  porque el nivel de significancia de 0.000 es menor a 0.05, y se acepta la hipótesis alternativa  $H_a$ , por lo tanto, podemos afirmar que la implementación del Mantenimiento Planificado mejora la eficacia de la línea de



envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica,  
Ate, 2018.

#### **IV. DISCUSIÓN**

La finalidad de la aplicación del mantenimiento planificado en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica es mejorar la productividad en base a la buena utilización de la maquinaria y el cumplimiento de la producción, todo ello a partir de la implementación de la herramienta del mantenimiento planificado, obteniendo finalmente en promedio un resultado de la productividad antes de la implementación del mantenimiento planificado de 58% en comparación a un resultado posterior de 74% logrando alcanzar una mejora significativa del 16%, este resultado tiene cierto grado de similitud con el trabajo de investigación de Gonzales (2016), en su investigación “Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.”, cuando afirma que la implementación de mantenimiento planificado ayuda a tener un mejor control de las actividades planificadas como: inspección, limpieza y lubricación según las horas de trabajo, elaborando frecuencias en bases a las actividades de mayor consideración en el mantenimiento que incida directamente en la mejora del rendimiento operativo. De esta manera el autor concluye que se ha obtenido un aumento en promedio de la productividad del 12%. Por consiguiente afirma Aponte (2017), en su investigación “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el proceso de fabricación de transformadores de la empresa de promotores eléctricos S.A” donde se logra el compromiso de sus trabajadores involucrándolo en actividades de mantenimiento básicos, previamente siendo capacitados, lográndose obtener una mejora de la productividad en un 21.07%, se puede precisar que mantenimiento planificado siendo uno de los pilares del mantenimiento productivo total tienen como objetivo en común reducir la fallas, averías y el despilfarro que se generan en los procesos productivos.

## **V. CONCLUSIÓN**

Del desarrollo del trabajo de investigación se puede concluir:

- Se concluye que la implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, obteniendo en promedio un resultado de la productividad antes de la implementación del mantenimiento planificado de 58% en comparación a un resultado posterior de 74% logrando alcanzar una mejora del 16%.
- La implementación del mantenimiento planificado, fue determinante para mejorar la eficiencia en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, obteniendo en promedio un resultado de la eficiencia antes de la implementación del mantenimiento planificado de 65% en comparación a un resultado posterior de 75% logrando alcanzar una mejora del 10%.
- La implementación del mantenimiento planificado, fue favorable para mejorar la eficacia en la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, obteniendo en promedio un resultado de la eficacia antes de la implementación del mantenimiento planificado de 89% en comparación a un resultado posterior de 99% logrando alcanzar una mejora del 10%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Después del desarrollo del trabajo de investigación se puede dar las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda implementar el mantenimiento planificado a las demás líneas de producción realizando un análisis de aquellas que tengan mayor impacto negativo en la producción, con el objetivo de lograr mejorar la productividad a través de una mayor disponibilidad operacional de los equipos.
- Se recomienda realizar un monitoreo constante de la implementación del mantenimiento planificado a través del cumplimiento de sus actividades que inciden en mejorar la condición de la máquina y por ende su utilización como indicador de eficiencia.
- Se recomienda no dejar de medir el cumplimiento de la producción, debido a que es un indicador que nos permite evaluar nuestra eficacia, garantizando a nuestros clientes la entrega de su producto a tiempo y ante un mercado competitivo mejorar nuestra presencia.

## VII. REFERENCIAS



ALFARO, GONZALES y PIÑA. Economía de la empresa. 2.<sup>a</sup> ed. España: Mc Graw Hill, 2013. 150 pp.

ISBN: 9788448183653

APAZA, Ronal. El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera Chama Perú E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Juliaca - Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2015. 141 pp.

Disponible en <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/438>

BELTRAN, Fernando y ALFARO Mónica. Diagnóstico de la productividad por multimomentos. Madrid – España: Editorial Marcombo S.A, 1999. 233 pp.

ISBN: 98426711898

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 3.<sup>a</sup> ed. Colombia: Pearson Educación de Colombia Ltda., 2010. 320 pp.

ISBN: 9789586991285

BOTERO, David. Plan de implementación del pilar del mantenimiento planificado bajo el mantenimiento productivo total en una empresa productora del sector cerámico. Tesis (Ingeniero Industrial). Colombia: Universidad de Ingeniería de Antioquia, 2013. 101 pp.

Disponible en <https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/324/1/INDU0213.pdf>

BRAIN, David. Productividad. México D.F: McGraw-Hill, 1985. 275 pp.

ISBN 9684516169

DÍAZ, Juan. Técnicas de Mantenimiento Industrial. España: Autor-editor, 2010. 318 pp.

ISBN 9788462377473

CÁRCEL, Javier. La Gestión del mantenimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas.

España: OMNIA Publisher SL, 2014. 195 pp.

ISBN: 9788494187278

CRUELLES, José. Productividad e incentivos. Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. España: Editorial Marcombo, S.A., 2013. 222 pp.

ISBN 9788426720368

CUATRECASAS, Luis, y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management. Barcelona: Profit Editorial, 2010. 412 pp.

ISBN: 9878492956128

ESCALANTE, Andrea. Propuesta de optimización del mantenimiento planificado en el área de chancado primario en una empresa minera de cobre. Tesis (Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2016. 112 pp.

Disponible en <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/25171>

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos. Para la pequeña y mediana industria. 2.<sup>a</sup> ed. México D.F: Editorial Trillas, 2011. 504 pp.

ISBN: 9786071707338

GONZALES, Francisco. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. 2.<sup>a</sup> ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2015. 579 pp.

ISBN: 9849616499

GONZALES, Jorge. Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Chiclayo, 2016. 102 pp.

Disponible en <http://tesis.usat.edu.pe/handle/usat/830>

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y Productividad. 4.ª ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 377 pp.

ISBN: 978607151485

HERNÁNDEZ, Carlos. Análisis Administrativo: técnicas y métodos. Costa Rica: Editorial Universal Estatal - San José, 2016. 224 pp.

ISBN: 9977648654

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio. Lean MANUFACTURING. Concepto, Técnicas e Implantación. Madrid: Editor EOI Escuela De Organización Industrial, 2013. 171 pp.

ISBN: 9878415061403

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6.ª ed. México D.F: McGraw-Hill, 2014. 589 pp.

ISBN: 9781456223960

MORA, Alberto. Mantenimiento. Planificación, ejecución y control. Bogotá – Colombia: Editorial Alfa omega Colombiana S.A., Bogotá, D.C., 2009. 528 pp.

ISBN: 9789586827690

MUÑOZ, Marcelo. Propuesta de mantenimiento productivo total para la línea ZINCALUM de la compañía siderúrgica HUACHIPATO. Tesis (Ingeniero industrial). Chile: Universidad del BIO- BIO, 2011. 229 pp.

Disponible en [http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2009/munoz\\_m/html/index.html](http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2009/munoz_m/html/index.html)

SEAS. Gestión de mantenimiento I .Depositario con autorización expresa de SEAS, S.A.

ISBN: 9788415545606

TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento. Brasil: Novo Polo Publicaciones, 2000. 158 pp.

ISBN: 9788483224007

VILLOTA, César. Implementación de la técnica de mejoramiento: TPM para aumentar la productividad del proceso de mantenimiento automotriz, en busca del punto de equilibrio entre la oferta y la demanda empresa TOYOCOSTA S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2014.145 pp.

Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5691>

**ANEXOS**

## ANEXO 1. REGISTRO DE MONITOREO DE EQUIPO

REGISTRO DE MONITOREO DE EQUIPO						
NOMBRE DE LA MAQUINA :				LINEA :		
N°	OBSERVACIONES	FECHA	PRIORIDAD	ESTATUS	FECHA DE LEV.DE OBS	PENDIENTES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

PRIORIDAD	CRITERIOS
ALTA	Paro de la maquina y riesgo de accidente al personal
MEDIA	Fallas potenciales en la maquina
BAJA	Trabajos de infraestructura

## ANEXO 2. FICHA TECNICA DE EQUIPO

2.- NOMBRE DEL EQUIPO: <u>Dosificadora de polvos</u> <u>CPF-300DP</u>	3.- CÓDIGO: <u>EV-569</u> 4.- ÁREA DE UBICACIÓN: _____	5.- TÍTULO LIBRO DE INSTRUCCIONES: <u>No tiene</u> 6.- N° DE EJEMPLARES: <u>No tiene</u>
<b>DATOS DE FABRICACIÓN</b>		
7.- MARCA: <u>CIMA</u> 8.- FABRICANTE: <u>CIMA</u> 9.- MODELO/TIPO: <u>CPF-300DP</u> 10.-N° DE SERIE: <u>S/S</u>	11.- FECHA DE FABRIC: <u>2012</u> 12.- FECHA DE PUESTA EN MARCHA: <u>Noviembre 2012</u> 13.- FECHA GARANTÍA: _____ 14.- VIDA ÚTIL: _____	15.- PROVEEDOR: <u>CIMA</u> 16.- CÓDIGO DEL PROVEEDOR: _____ 17.- DIRECCIÓN: <u>MEXICO</u> 18.- TELÉFONO: _____
19.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO: _____ <b>Consumo de servicios:</b>		
Potencia : 16 HP		
Tensión : 440 voltios trifásica, 60 Hz		
Consumo Nitrogeno :33 Kg con 1 kg de presion para 4000 viales de 10 ml		
Consumo Aire comprimido : 15 CFM @ 6 bar		
<b>Dimensiones de la máquina:</b>		
Longitud: 4.895m		
Ancho: 1.37m		
Alto: 3.2 m		
<b>Peso : 2110 kg</b>		
20.- RENDIMIENTO: <u>6 250 viales/hora</u> <b>PROMEDIO</b>	21.- CAPACIDAD: _____	22.- MEDIDAS DE SEGURIDAD: No tocar los mecanismos cuando la maquina esta en funcionamiento. Guardas de proteccion en la seccion de lavado de viales. Dispositivo eléctricos :Parada de Emergencia; Interruptor termomágnético

## ANEXO 3. REGISTRO DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

REGISTRO DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE MÁQUINA																															
<b>MÁQUINA :</b>	Envasadora de polvo Cima										<b>CÓDIGO :</b>	EV-569					<b>FRECUENCIA :</b>	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>													
<b>LÍNEA :</b>	Productos en polvo para suspensión										<b>AÑO :</b>	2018																			
TECNICO	FECHA	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN						SISTEMA DE DOSIFICACIÓN					SISTEMA DE TAPONADO					SISTEMA DE SALIDA						V.B Responsable	V.B Supervisión						
		Mesa	Guias	soportes	Descartador	Formato	Conexiones	Disco	Faja	Guias	Sensores	Piñones	Formatos	Formatos	Faja	Guias	Sensores	Pulmon	Descartador	Mesa	Guias	soportes	Descartador			Formato	Conexiones				





## ANEXO 5. REGISTRO DE DATOS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

REGISTRO DE DATOS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO								
MAQUINA O EQUIPO	ACTIVO	AREA	TIPO DE MANTENIMIENTO	MES	DEFECTO INFORMADO	TIPO DE FALLA	TOTAL H-M	TOTAL H-H
TOTAL DE HORAS AL MES :								

## ANEXO 6. REGISTRO DE DATOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

REGISTRO DE DATOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
N° ORDEN	MAQUINA EQUIPO	ACTIVO	FECHA MATTO	FRECUENCIA	PROX. FECHA	OBSERVACIONES

# ANEXO 7. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE BALANZA



Aseguramiento Metrológico

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

LM - 1098 - 2017

O.T. : 2435-4508

Fecha de emisión : 2017 - 12 - 26

Página : 1 de 3

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : TE214S  
N° de Serie : 28305222  
Capacidad Máxima : 210 g  
División de Escala (d) : 0,0001 g  
División de Verificación (e) : 0,001 g  
Clase de Exactitud<sup>[1]</sup> : I  
Capacidad Mínima<sup>[1]</sup> : 0,01 g  
Procedencia : Alemania  
Identificación<sup>[2]</sup> : BMP069  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 15 °C hasta 25 °C  
Fecha de Calibración : 2017 - 12 - 12  
Ubicación<sup>[2]</sup> : SÓLIDOS BETALACTÁMICOS  
CEFALOSPORINICOS ESTÉRILES -  
ENVASADO 2

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de LABORATORIOS AC FARMA S.A.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: [Informes@testcontrol.com.pe](mailto:Informes@testcontrol.com.pe)

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

## ANEXO 8. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL		LINEA: ENVASADO - POLVO PARA SUSPENSIÓN			
MAQUINA: DOSIFICADORA DE POLVO CIMA		CODIGO :	EV-569		
SUB-SISTEMA	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y/O DATOS DE MEDICION	FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO	UND
pulmon de alimentación	revisar estado de los rodamientos de soporte de la plataforma circular.	anual	mecanico	1.5	h
pulmon de alimentación	revisar estado de los acoplamientos flexibles.	anual	mecanico	1.5	h
estacion de dosificado	revisar acoplamiento flexible de transmisión del reductor con el disco dosificador.	anual	mecanico	1	h
estacion de dosificado	verificar posicion de parada de los sensores de proximidad de los discos dosificadores.	anual	electrico	0.5	h
estacion de dosificado	revisar estrella que marca el paso del disco dosificador.	anual	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de las fajas de sincronización.	anual	mecanico	1.5	h
estacion de taponado	realizar la limpieza del sistema de embrague.	anual	mecanico	1.5	h
estacion de taponado	revisar estado de la faja de descarte de viales	anual	mecanico	1.5	h
estacion de taponado	revisar los pistones de descarte de viales.	anual	mecanico	1.5	h
estacion de taponado	revisar estado de los polines de las fajas de salida de viales.	anual	mecanico	1.5	h
pulmon de salida	revisar estado de los rodamientos de soporte de la plataforma circular.	anual	mecanico	1.5	h
pulmon de salida	revisar estado de los acoplamientos flexibles.	anual	mecanico	2.5	h
reductor	desmontaje de los mecanismos de transmision de la caja reductora, revision del desgaste y juego de entredientes (backlash)de la corona sin fin, cambio de rodamientos y retenes.	anual	mecanico	4	h
reductor	cambiar el aceite de la caja reductora, previa revisión del estado en que se encuentre.	anual	mecanico	1.5	h
cadena	verificar el templado de las cadenas de giro de las estrellas.	anual	mecanico	1	h
bomba de vacio	revisar estado de filtros y de las paletas internas de carbon.	anual	mecanico	0.25	h
bomba de vacio	revisar estado de las mangueras de la linea de vacio.	anual	mecanico	0.5	h
motores	verificar el nivel de aislamiento del motor.	anual	electrico	0.25	h
motores	verificar el consumo electrico del motor.	anual	electrico	0.25	h
motores y componentes	revisar estado de los rodamientos de motores, realizar el cambio si es necesario.	anual	electrico	2	h
			H-H mecanico	23	h
			H-H electrico	3	h
			<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>h</b>

## ANEXO 9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CUATRIMESTRAL

LISTADO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CUATRIMESTRAL		LINEA: ENVASADO - POLVO PARA SUSPENSIÓN			
MAQUINA: DOSIFICADORA DE POLVO CIMA		CODIGO :	EV-569		
SUB-SISTEMA	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES Y/O DATOS DE MEDICION	FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO	UND
pulmon de alimentación	revisar las guias de avance de los viales.	cuatrimestral	mecanico	1	h
pulmon de alimentación	revisar nivel de la plataforma decircular.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de dosificado	revisar estado de los discos dosificadores.	cuatrimestral	mecanico	0.75	h
estacion de dosificado	revisar estado de filtros de las agujas dosificadoras.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de dosificado	revisar rodamientos de la tolva primaria.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de dosificado	revisar estado del cardan de la tolva secundaria	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de las estrellas de paso del dosificado.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de las guias de desplazamiento de los tapones	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de la tolva de tapones.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de los pistones de agarre de tapones.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
estacion de taponado	revisar estado de los sensores de opticos.	cuatrimestral	electrico	0.5	h
pulmon de salida	revisar las guias de avance de los viales.	cuatrimestral	mecanico	0.25	h
pulmon de salida	revisar nivel de la plataforma decircular.	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
reductor	verificar que no exista sonidos extraños durante el funcionamiento.	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
reductor	verificar el nivel de aceite de las caja reductora.	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
reductor	realizar el ajuste de todos los pernos y tuercas sueltas.	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
cadena	revisar el buen estado de la transmisiones.	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
conectores	revisar mangueras de la linea de aire y vacio	cuatrimestral	mecanico	0.5	h
conectores	revisar si las conexiones presentan fugas.	cuatrimestral	electrico	0.5	h
motores y componentes	inspeccionar estado del motor (medicion del nivel de aislamiento y consumo electrico)	cuatrimestral	electrico	0.5	h
motores y componentes	verificar el buen funcionamiento de electrovalvulas.	cuatrimestral	electrico	0.25	h
motores y componentes	limpieza de los variadores de velocidad del motor principal y de las fajas.	cuatrimestral	electrico	1	h
motores y componentes	verificar electrovalvulas ubicadas en la parte inferior del sistema de aire y vacio	cuatrimestral	electrico	1	h
			H-H mecanico	7	h
			H-H electrico	3.75	h
			<b>TOTAL</b>	<b>10.75</b>	<b>h</b>

**ANEXO 10. PROMEDIO DE DATOS DEL ANTES Y EL DESPUES DE LA DISPONIBILIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

TABLA DE DATOS - ANTES						
AÑO	MES	SEMANA	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2017	OCTUBRE	Semana 1	78%	66%	88%	58%
		Semana 2	76%	64%	87%	55%
		Semana 3	81%	64%	91%	59%
		Semana 4	80%	63%	91%	57%
	NOVIEMBRE	Semana 5	79%	65%	89%	58%
		Semana 6	79%	64%	89%	57%
		Semana 7	79%	66%	90%	59%
		Semana 8	77%	65%	89%	58%
	DICIEMBRE	Semana 9	79%	64%	89%	57%
		Semana 10	80%	64%	88%	57%
		Semana 11	81%	64%	89%	57%
		Semana 12	82%	65%	91%	59%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>79%</b>	<b>65%</b>	<b>89%</b>	<b>58%</b>
TABLA DE DATOS - DESPUES						
AÑO	MES	SEMANA	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2018	FEBRERO	Semana 1	89%	74%	99%	74%
		Semana 2	90%	74%	99%	74%
		Semana 3	89%	75%	99%	74%
		Semana 4	90%	75%	99%	74%
	MARZO	Semana 5	89%	75%	99%	74%
		Semana 6	89%	74%	99%	74%
		Semana 7	89%	75%	99%	74%
		Semana 8	90%	75%	99%	74%
	ABRIL	Semana 9	89%	74%	99%	74%
		Semana 10	89%	75%	99%	74%
		Semana 11	89%	74%	99%	74%
		Semana 12	89%	75%	99%	74%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>89%</b>	<b>75%</b>	<b>99%</b>	<b>74%</b>

## ANEXO 11. DATOS DE DISPONIBILIDAD - ANTES

N°	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	HRS.EFECT. DE FUNCIONAMIENTO	HRS.PROG. DE FUNCIONAMIENTO	DISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
1	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
2	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
3	24	2.4	2.2	19.4	24	81%	0.8083
4	24	2.4	4	17.6	24	73%	0.7333
5	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
6	24	2.4	4	17.6	24	73%	0.7333
7	24	2.4	2.8	18.8	24	78%	0.7833
8	24	2.4	4	17.6	24	73%	0.7333
9	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
10	24	2.4	2.5	19.1	24	80%	0.7958
11	24	2.4	2.4	19.2	24	80%	0.8000
12	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
13	24	2.4	2.2	19.4	24	81%	0.8083
14	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
15	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
16	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
17	24	2.4	2.8	18.8	24	78%	0.7833
18	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
19	24	2.4	2.6	19	24	79%	0.7917
20	24	2.4	3.2	18.4	24	77%	0.7667
21	24	2.4	3.6	18	24	75%	0.7500
22	24	2.4	2.3	19.3	24	80%	0.8042
23	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
24	24	2.4	2.2	19.4	24	81%	0.8083
25	24	2.4	2.4	19.2	24	80%	0.8000
26	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
27	24	2.4	2.6	19	24	79%	0.7917
28	24	2.4	3.2	18.4	24	77%	0.7667
29	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
30	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
31	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
32	24	2.4	3.4	18.2	24	76%	0.7583
33	24	2.4	4	17.6	24	73%	0.7333
34	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
35	24	2.4	3	18.6	24	78%	0.7750
36	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
37	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
38	24	2.4	3.8	17.8	24	74%	0.7417
39	24	2.4	2.6	19	24	79%	0.7917
40	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
41	24	2.4	2.2	19.4	24	81%	0.8083
42	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
43	24	2.4	3.2	18.4	24	77%	0.7667
44	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
45	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
46	24	2.4	2.6	19	24	79%	0.7917
47	24	2.4	2.4	19.2	24	80%	0.8000
48	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
49	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
50	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
51	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
52	24	2.4	2	19.6	24	82%	0.8167
53	24	2.4	2.2	19.4	24	81%	0.8083
							79%



## ANEXO 12. DATOS DE DISPONIBILIDAD - DESPUES

N°	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	HRS.EFECT. DE FUNCIONAMIENTO	HRS.PROG. DE FUNCIONAMIENTO	DISPONIBILIDAD	DISPONIBILIDAD
1	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
2	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
3	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
4	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
5	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
6	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
7	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
8	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
9	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
10	24	2.4	0.4	21.2	24	88%	0.8833
11	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
12	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
13	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
14	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
15	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
16	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
17	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
18	24	2.4	0.3	21.3	24	89%	0.8875
19	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
20	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
21	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
22	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
23	24	2.4	0.3	21.3	24	89%	0.8875
24	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
25	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
26	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
27	24	2.4	0.3	21.3	24	89%	0.8875
28	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
29	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
30	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
31	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
32	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
33	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
34	24	2.4	0.3	21.3	24	89%	0.8875
35	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
36	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
37	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
38	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
39	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
40	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
41	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
42	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
43	24	2.4	0.5	21.1	24	88%	0.8792
44	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
45	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
46	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
47	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
48	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
49	24	2.4	0.25	21.35	24	89%	0.8896
50	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
51	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
52	24	2.4	0	21.6	24	90%	0.9000
53	24	2.4	0.2	21.4	24	89%	0.8917
<b>89%</b>							

### ANEXO 13. DATOS DE PRODUCTIVIDAD - ANTES

N°	TOTAL DE HORAS	TIEMPO MUERTO	TIEMPO UTIL	P.ESPERADA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	24	8	16	90000	67%	91%	60%	0.6667	0.9053	0.6035
2	24	8.2	15.8	90000	66%	87%	57%	0.6583	0.8675	0.5711
3	24	8.4	15.6	90000	65%	87%	56%	0.6500	0.8658	0.5628
4	24	8.4	15.6	90000	65%	87%	57%	0.6500	0.8718	0.5667
5	24	9.2	14.8	90000	62%	90%	56%	0.6167	0.9022	0.5563
6	24	8.5	15.5	90000	65%	86%	56%	0.6458	0.8649	0.5586
7	24	9.3	14.7	90000	61%	86%	53%	0.6125	0.8576	0.5253
8	24	8	16	90000	67%	87%	58%	0.6667	0.8692	0.5794
9	24	8	16	90000	67%	96%	64%	0.6667	0.9575	0.6383
10	24	9.4	14.6	90000	61%	85%	52%	0.6083	0.8502	0.5172
11	24	8.6	15.4	90000	64%	89%	57%	0.6417	0.8918	0.5722
12	24	8.2	15.8	90000	66%	94%	62%	0.6583	0.9446	0.6218
13	24	8	16	90000	67%	91%	60%	0.6667	0.9053	0.6035
14	24	9.6	14.4	90000	60%	92%	55%	0.6000	0.9159	0.5496
15	24	8.5	15.5	90000	65%	94%	61%	0.6458	0.9398	0.6069
16	24	9.8	14.2	90000	59%	86%	51%	0.5917	0.8592	0.5083
17	24	8	16	90000	67%	87%	58%	0.6667	0.8692	0.5794
18	24	9.4	14.6	90000	61%	90%	55%	0.6083	0.9013	0.5483
19	24	8	16	90000	67%	87%	58%	0.6667	0.8692	0.5794
20	24	8.2	15.8	90000	66%	90%	60%	0.6583	0.9041	0.5952
21	24	9.2	14.8	90000	62%	86%	53%	0.6167	0.8586	0.5294
22	24	8.6	15.4	90000	64%	86%	55%	0.6417	0.8580	0.5506
23	24	8	16	90000	67%	90%	60%	0.6667	0.8959	0.5972
24	24	8.4	15.6	90000	65%	94%	61%	0.6500	0.9439	0.6135
25	24	8	16	90000	67%	91%	60%	0.6667	0.9053	0.6035
26	24	8.3	15.7	90000	65%	87%	57%	0.6542	0.8667	0.5669
27	24	8	16	90000	67%	94%	63%	0.6667	0.9417	0.6278
28	24	8.4	15.6	90000	65%	87%	57%	0.6500	0.8718	0.5667
29	24	8	16	90000	67%	91%	61%	0.6667	0.9095	0.6063
30	24	8	16	90000	67%	91%	61%	0.6667	0.9100	0.6066
31	24	8.8	15.2	90000	63%	86%	55%	0.6333	0.8623	0.5461
32	24	9.3	14.7	90000	61%	90%	55%	0.6125	0.8969	0.5493
33	24	8	16	90000	67%	87%	58%	0.6667	0.8692	0.5794
34	24	9.2	14.8	90000	62%	85%	53%	0.6167	0.8523	0.5256
35	24	9	15	90000	63%	89%	56%	0.6250	0.8889	0.5556
36	24	8	16	90000	67%	95%	63%	0.6667	0.9453	0.6302
37	24	9	15	90000	63%	90%	56%	0.6250	0.8990	0.5618
38	24	8	16	90000	67%	87%	58%	0.6667	0.8692	0.5794
39	24	9.2	14.8	90000	62%	86%	53%	0.6167	0.8586	0.5294
40	24	8.4	15.6	90000	65%	87%	57%	0.6500	0.8718	0.5667
41	24	8	16	90000	67%	91%	61%	0.6667	0.9095	0.6063
42	24	8.3	15.7	90000	65%	91%	59%	0.6542	0.9082	0.5941
43	24	8.8	15.2	90000	63%	86%	55%	0.6333	0.8623	0.5461
44	24	8	16	90000	67%	91%	60%	0.6667	0.9053	0.6035
45	24	9.2	14.8	90000	62%	95%	59%	0.6167	0.9541	0.5883
46	24	9.6	14.4	90000	60%	85%	51%	0.6000	0.8481	0.5089
47	24	8	16	90000	67%	90%	60%	0.6667	0.8959	0.5972
48	24	8.4	15.6	90000	65%	87%	56%	0.6500	0.8658	0.5628
49	24	8.6	15.4	90000	64%	90%	58%	0.6417	0.9016	0.5785
50	24	8	16	90000	67%	92%	62%	0.6667	0.9243	0.6162
51	24	8.3	15.7	90000	65%	94%	62%	0.6542	0.9406	0.6153
52	24	8	16	90000	67%	88%	58%	0.6667	0.8750	0.5833
53	24	8.8	15.2	90000	63%	90%	57%	0.6333	0.9047	0.5730
					65%	89%	58%			

## ANEXO 14. DATOS DE PRODUCTIVIDAD - DESPUES

N°	TOTAL DE HORAS	TIEMPO MUERTO	TIEMPO UTIL	P.ESPERADA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
1	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9938	0.7453
2	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9928	0.7363
3	24	6.4	17.6	90000	73%	99%	73%	0.7333	0.9919	0.7274
4	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9930	0.7448
5	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9934	0.7367
6	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9931	0.7324
7	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9937	0.7453
8	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9928	0.7322
9	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9921	0.7441
10	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9943	0.7457
11	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9934	0.7451
12	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9932	0.7366
13	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9937	0.7453
14	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9929	0.7446
15	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9920	0.7358
16	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9930	0.7448
17	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9934	0.7451
18	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9932	0.7366
19	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9937	0.7453
20	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9928	0.7363
21	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9921	0.7441
22	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9930	0.7364
23	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9933	0.7326
24	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9932	0.7366
25	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9940	0.7455
26	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9928	0.7363
27	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9921	0.7441
28	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9931	0.7448
29	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9934	0.7367
30	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9932	0.7449
31	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9939	0.7454
32	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9928	0.7363
33	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9920	0.7358
34	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9943	0.7458
35	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9939	0.7371
36	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9930	0.7323
37	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9940	0.7455
38	24	6.2	17.8	90000	74%	100%	74%	0.7417	0.9951	0.7381
39	24	6	18	90000	75%	100%	75%	0.7500	0.9953	0.7464
40	24	6.2	17.8	90000	74%	100%	74%	0.7417	0.9967	0.7392
41	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9934	0.7367
42	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9932	0.7366
43	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9938	0.7453
44	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9928	0.7322
45	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9921	0.7441
46	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9930	0.7364
47	24	6	18	90000	75%	100%	75%	0.7500	0.9954	0.7465
48	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9932	0.7366
49	24	6	18	90000	75%	99%	75%	0.7500	0.9938	0.7453
50	24	6	18	90000	75%	99%	74%	0.7500	0.9929	0.7447
51	24	6.2	17.8	90000	74%	99%	74%	0.7417	0.9920	0.7358
52	24	6	18	90000	75%	100%	75%	0.7500	0.9954	0.7466
53	24	6.3	17.7	90000	74%	99%	73%	0.7375	0.9933	0.7326

75%      99%      74%

## ANEXO 15. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**  
**Variable independiente: MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Variables críticas del proceso</b>								
1	Disponibilidad operacional	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								

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: Jorge Malpartida G.   DNI: 10400346  
 Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>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

14 de 06 del 2018  
  
 Firma del Experto Informante.



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**  
**Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>								
1	% Utilización de maquinaria	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								
<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>								
1	% Cumplimiento de producción	/		/		/		
2								
3								
4								
5								
6								

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: Jorge Malpartida G.   DNI: 10400346  
 Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>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

14 de 06 del 2018  
  
 Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**  
Variable independiente: **MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Variables críticas del proceso</b>							
1	Disponibilidad operacional	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable   
 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: MBA MIRKO N. MACETAS PORRAS DNI: 10475909  
 Especialidad del validador: CANDIDATO A DOCTOR, MBA, INGENIERIA INDUSTRIAL, EMPRENDEDOR,

14 de DL del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>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

  
Firma del Experto Informante.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE**  
Variable dependiente: **PRODUCTIVIDAD**

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1: Eficiencia</b>							
1	% Utilización de maquinaria	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								
	<b>DIMENSIÓN 2: Eficacia</b>							
1	% Cumplimiento de producción	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad:  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable   
 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: MBA MIRKO N. MACETAS PORRAS DNI: 10475909  
 Especialidad del validador: CANDIDATO A DOCTOR, MBA, INGENIERIA INDUSTRIAL, EMPRENDEDOR,

14 de DL del 2018

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup>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

  
Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable independiente: MANTENIMIENTO PLANIFICADO

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1: Variables críticas del proceso							
1	Disponibilidad operacional	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

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: *RODOLFO MEJIA AYALA* DNI: *42219333*

Especialidad del validador: *Mgta en Planeación de Recursos y Logística*

*14 de Dic del 2018*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>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

  
Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1: Eficiencia							
1	% Utilización de maquinaria	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								
1	DIMENSIÓN 2: Eficacia							
1	% Cumplimiento de producción	X		X		X		
2								
3								
4								
5								
6								

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: *RODOLFO MEJIA AYALA* DNI: *42219333*

Especialidad del validador: *Mgta en Planeación de Recursos y Logística*

*14 de Dic del 2018*

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>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

  
Firma del Experto Informante.

## ANEXO 16. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PREGUNTA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>Mantenimiento planificado</b>	"El mantenimiento planificado es el conjunto sistemático de actividades programadas de mantenimiento cuyo fin es acercar progresivamente a una planta productiva al objetivo el TPM: cero averías, defectos y despijarros (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p.189).	La variable independiente Mantenimiento planificado esta dirigidas a mejorar las condiciones operativas a través de una mejor planificación de actividades de mantenimiento, que incrementen la disponibilidad de las maquinas y equipos.	Disponibilidad	Do = $\frac{\text{Horas efectivas de funcionamiento}}{\text{Horas Programadas de funcionamiento}} \times 100$	Registro en formatos de recolección de datos	Razón
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>							
¿De qué manera la implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?	Determinar de qué manera la Implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.	La implementación del mantenimiento planificado mejora la productividad de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.							
¿Cómo la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?	Establece como la Implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.	A través de la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficiencia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.	<b>Productividad</b>	"Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron"(Garcia, 2011, p.17).	La variable dependiente productividad se medirá con las dimensiones de: eficacia y eficiencia a través de sus indicadores de utilización de maquinaria y cumplimiento de producción	Eficiencia	% UM = $\frac{\text{Horas máquinas utilizada}}{\text{Horas máquina programada}} \times 100$		
¿De qué manera la implementación del mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018?	Determinar de qué manera la Implementación del mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.	Con la Implementación del Mantenimiento planificado mejora la eficacia de la línea de envasado de productos en polvo para suspensión en una empresa farmacéutica, Ate, 2018.				Eficacia	%CP = $\frac{\text{Cantidad real del producto envasado}}{\text{Cantidad programada del producto por envasar}} \times 100$		

## ANEXO 17. FORMATO # 6 ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, DIXON GROKY AÑAZCO ESCOBAR, docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la Universidad César Vallejo Ate – LIMA, revisor (a) de la tesis titulada **"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACEUTICA, ATE,2018"** del (de la) estudiante **SURICHAQUI VIDAL JUAN CARLOS**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Ate, 31 de julio del 2018



.....  
Firma

DIXON GROKY AÑAZCO ESCOBAR

DNI: DNI: 08124462



## ANEXO 18. RECIBO DIGITAL TURNITIN



### Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Juan Carlos Surichaqui Vidal  
Assignment title: Tesis 1  
Submission title: IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIM..  
File name: DESARROLLO\_DEL\_PROYECTO...  
File size: 14.25M  
Page count: 136  
Word count: 19,620  
Character count: 139,790  
Submission date: 17-Jul-2018 08:16PM (UTC-0500)  
Submission ID: 983319082



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA  
MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENCARADO DE  
PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA  
FARMACÉUTICA, ATE, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

SURICHAQUI VIDAL, JUAN CARLOS

ASESOR

MG. AÑATO ESCOBAR, DAISY GRICY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA-PERÚ

2018

## ANEXO 19. RESUMEN DE RECIBO DIGITAL TURNITIN

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA, ATE, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR**  
SURICHAQUI VIDAL, JUAN CARLOS

**ASESOR**  
MG. AÑAZCO ESCOBAR, DIXON GROKY

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
SISTEMA DE GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

**LIMA-PERÚ**  
2018



**Match Overview**

**17%**

Rank	Source	Match Percentage
1	webpages.uil.es Internet Source	1%
2	repositorio.ug.edu.ec Internet Source	1%
3	repositorio.uancv.edu.pe Internet Source	1%
4	www.acfarma.com Internet Source	1%
5	prezi.com Internet Source	1%
6	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
7	www.slideshare.net Internet Source	<1%
8	Submitted to Universid... Student Paper	<1%
9	bibliodigital.tec.ac.cr	<1%

Page: 1 of 136    Word Count: 19620    Text-only Report | High Resolution    On

## ANEXO 20. FORMATO # 7 ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **SURICHAQUI VIDAL JUAN CARLOS** cuyo título es: "IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACEUTICA, ATE,2018".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17 (número) DIECISIETE (letras).

Lima, Ate 31 de julio del 2018.



.....  
MBA. DIXON AÑAZCO ESCOBAR  
PRESIDENTE



.....  
MGTR. NANCY OCHOA SOTOMAYOR  
SECRETARIO



.....  
MGTR. LUIS ALFREDO ZUÑIGA FIESTAS  
VOCAL

## ANEXO 21. FORMATO # 8 AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

	<b>AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : P08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo **JUAN CARLOS SURICHAQUI VIDAL**, identificado con DNI N° **41702673**, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA INDUSTRIAL de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ) , No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACÉUTICA, ATE, 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 FIRMA

DNI: 41702673

FECHA: 30 de septiembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SDC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

## ANEXO 22. AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Programa de estudios de INGENIERÍA INDUSTRIAL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SURICHAQUI VIDAL JUAN CARLOS

---

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

"IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE ENVASADO DE PRODUCTOS EN POLVO PARA SUSPENSIÓN EN UNA EMPRESA FARMACEUTICA, ATE, 2018"

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: 17



---

MBA. DIXON AÑAZCO ESCOBAR  
DOCENTE DE INVESTIGACIÓN