

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN LOS INDICADORES OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY
PARA LA REDUCCIÓN DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA
EMPRESA KAR & MA S.A.C.**

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

AUTOR

DIEGO PEDRO HUAMAN CORDOVA

ASESOR

JOSELITO SANCHEZ PEREZ

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BASADO EN LOS INDICADORES OVERALL
EQUIPMENT EFFICIENCY PARA LA REDUCCIÓN DE LOS
COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA KAR & MA S.A.C.**

PRESENTADA POR:

DIEGO PEDRO HUAMAN CORDOVA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Alejandro Segundo Vera Lazaro

PRESIDENTE

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

SECRETARIO

Joselito Perez Sanchez

ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en cada momento de vida, a mis padres por su apoyo y su amor incondicional. Por estar en cada momento a mi lado apoyándome, por exigirme a salir adelante por el cariño que me brindan a cada instante. A mi hermano Harry que aunque no hablamos lo quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por estar en cada momento a mi lado. Por su constante apoyo y su amor infinito. Por darme los ánimos para poder seguir adelante y por más que parezca difícil el camino poder continuar

A mí asesor; Mrto. Joselito Sanchez por su apoyo y confianza.

A la empresa Kar & Ma S.A.C. por facilitarme la información y la confianza, para poder terminar esta tesis. Al Ing. Wuilmer Zamora, encargado de control de calidad de la empresa que en todo momento estuvo dispuesto y me brindó su apoyo para lo que necesitase. A los colaboradores Sr. Sergio, Sr. Hermes, Sra. Eva y Sra. Giovanna por la información y su participación en la obtención de la datos para el llenado de los formatos

Al Ing. Manuel Albines el cual me brindó su apoyo en todo momento. Y se mostró tal y como es, humilde y con un gran conocimiento.

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, donde me he formado y he pasado una de las etapas más bonitas de mi vida. A todos los profesores por sus enseñanzas y experiencias de vida. Y por tantos amigos que hice.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo lleva como título “Propuesta De Un Plan de Mantenimiento Preventivo Basado En Los Indicadores Overall Equipment Efficiency Para La Reducción De Los Costos De Producción En La Empresa Kar & Ma S.A.C” teniendo en cuenta los indicadores de eficiencia de las máquinas de un antes y un después, aplicando soluciones a las causas de los principales problemas con la finalidad de lograr mejoras en la empresa, tales como mejorar la eficiencia de las máquinas, reducir los costos de mantenimiento llevando así a mejorar la situación de la empresa.

El autor

ÍNDICE

Resumen	12
Abstract	13
I. Introducción	14
II. Marco de referencia del problema.....	16
2.1. Antecedentes del problema.....	16
2.2. Fundamentos teóricos.....	18
2.2.1 Mantenimiento	18
2.2.2 Tipos de mantenimiento.....	18
2.2.3 Elaboración del plan de mantenimiento preventivo.....	18
2.2.4 Eficiencia y pérdidas	22
2.2.5 Mantenimiento del motor	23
2.2.6 Vibracion en máquinas	26
2.2.7 Costos de mantenimiento	28
III. Resultados.....	30
3.1 Diagnostico de la situación actual de la empresa.....	30
3.1.1 Materiales e insumos para la elaboración del producto	31
3.1.2 descripción del proceso productivo.....	33
3.1.3 Descripción del diagrama de flujo	34
3.1.4 Diagrama de recorrido actual	36
3.1.5 Producción de la empresa	37
3.1.6 Personal	38
3.1.7 Descripción del taller de mantenimiento	39
3.1.8 Maquinaria.....	40
3.1.9 Diagnostico de la situación actual de la empresa.....	42
3.1.9.1 Frecuencia y costos de las fallas	45
3.1.8 Analisis de indicadores de mantenimiento iniciales	58
3.1.8.1 Control de la producción	60
3.1.8.2 Representación gráfica de los indicadores oee para su respectiva evaluación	66
3.2 Elaborar la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa kar & ma s.a.c.	70
3.2.1 Listado de los equipos	72
3.2.2 Codificación de equipos	73
3.2.3 Ficha de los equipos.....	73
3.2.4. Plan de mantenimiento de los equipos de la linea de producción	74
3.2.2 Calculo de los nuevos indicadores de producción conforme al plan de mantenimiento	88
3.2.2.2 Calculo de los nuevos indicadores oee	88
3.2.2.3 Representación gráfica de los nuevos indicadores oee para su respectiva evaluación	94
3.3 Analisis costo – beneficio de la propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo en la empresa kar & ma s.a.c.	98
IV. Conclusiones	106

V. Recomendaciones	107
VI. Referencias bibliográficas	108
VII. ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de codificación no significativo.....	20
Tabla 2: Lubricación de los cojinetes de bolas según los caballos de fuerza (HP)	25
Tabla 3: Especificaciones técnicas de la sal	30
Tabla 4: Cantidad de materiales e insumos utilizados para producción de sal en la empresa Kar & Ma S.A.C.	32
Tabla 5: Producción anual, mensual y diaria entre los años 2013-2017 de sal de mesa	37
Tabla 6: Costos de producción de la sal salina de ½ Kg	38
Tabla 7: Factor humano de la empresa KAR & MA S.A.C.	38
Tabla 8: Máquinas y equipos de la empresa Kar & Ma S.A.C.....	40
Tabla 9: Equipos y herramientas del área de mantenimiento	41
Tabla 10: Registro del tiempo empleado en mantenimiento, el número de fallas y el costo total de mantenimiento en el semestre 2017 - I.....	42
Tabla 11: Tabla de frecuencia para la elaboración del grafico de Pareto.....	43
Tabla 12: Impacto a la producción	45
Tabla 13: Frecuencia de fallas semestrales del transportador de tornillo sin fin N° 04	46
Tabla 14: Costos de fallas del transportador de tornillo sin fin N° 04.....	47
Tabla 15: Costo de mano de obra del tranpostador de tornillo Sin fin N° 04.....	47
Tabla 16: costos totales del equipo transportador de tornillo sin fin N° 04.....	47
Tabla 17: Frecuencia de fallas semestral de los molinos N° 1	48
Tabla 18: Costo de fallas en los equipos para molienda N° 1	49
Tabla 19: Costo de mano de obra de equipos para molienda N° 1	49
Tabla 20: costos totales de equipos para molienda N° 1	49
Tabla 21: Frecuencia de fallas semestral del equipo de zarandeo	50
Tabla 22: Costos de fallas del equipo de zarandeo.....	51
Tabla 23: Costo de mano de obra del equipo de zarandeo	51
Tabla 24:Costos totales del equipo de zarandeo.....	51
Tabla 25: Frecuencia de fallas semestrales en el elevador de cangilones	51
Tabla 26: Costos de fallas del elevador de cangilones	53
Tabla 27: Costo de mano de obra del elevador de cangilones.....	53
Tabla 28:Costos totales del elevador de cangilones	53
Tabla 29: Frecuencia de fallas semestral de la empaquetadora N° 1	53
Tabla 30:Frecuencia de fallas semestral de la empaquetadora N° 2.....	55
Tabla 31: Costo de fallas de obra de Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2.....	56
Tabla 32: Costo de mano de obra de Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2	57
Tabla 33: Costos totales de las Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2	57
Tabla 34: Producción del mes de enero 2017.....	60
Tabla 35: Producción del mes de febrero del 2017	61
Tabla 36: Producción del mes de marzo del 2017.....	62
Tabla 37: Producción del mes de abril del 2017	63
Tabla 38: Producción del mes de mayo del 2017.....	64
Tabla 39: Producción del mes de junio del 2017.....	65
Tabla 40:Indicador de la calidad de la producción del 2016 y de abril a julio del 2017....	69
Tabla 41: Listado de los equipo.....	72
Tabla 42: Codificación de los equipos	73

Tabla 43: Plan de mantenimiento preventivo para el transportador de tornillo sinfín 04 - 14 S F 0 4.....	75
Tabla 44: Plan de mantenimiento preventivo zaranda - 1 5 Z R 0.....	77
Tabla 45: Plan de mantenimiento preventivo molinos - 12 M T 01.....	79
Tabla 46: Plan de mantenimiento preventivo de elevador de cangilones - 1 6 E L 0.....	80
Tabla 47: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 1 - 1 7 M A 1 1.....	82
Tabla 48: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 2 - 1 7 M A 1 2.....	84
Tabla 49: Frecuencia de mantenimiento preventivo en los principales equipos de la línea de producción.....	86
Tabla 50: Sumatoria total del número de horas empleadas en el plan de mantenimiento preventivo de los principales equipos.....	88
Tabla 51: Producción del mes de enero 2017 – Mejora.....	89
Tabla 52: Producción del mes de febrero del 2017 - Mejora.....	90
Tabla 53: Producción del mes de marzo del 2017 – Mejora.....	91
Tabla 54: Producción del mes de abril del 2017 – Mejora.....	91
Tabla 55: Producción del mes de mayo del 2017 - Mejora.....	92
Tabla 56: Producción del mes de junio del 2017 - Mejora.....	93
Tabla 57: Indicadores OEE antes y después de la mejora.....	97
Tabla 58: Lista de los costos fijos de la implementación del plan de mantenimiento preventivo Kar & Ma S.A.C.....	98
Tabla 59: Nuevo personal para la realización de las tareas.....	99
Tabla 60: Total de horas empleadas para la realización del plan de mantenimiento.....	99
Tabla 61: Cronograma de capacitación para la implementación del plan de mantenimiento en la empresa Kar & Ma S.A.C.....	100
Tabla 62: Lista de repuestos con su frecuencia de falla en un periodo de 6 meses, las unidades y el precio de cada repuesto indicando a que equipo pertenece.....	101
Tabla 63: Instrumentos de medición conforme al plan de mantenimiento preventivo y otros materiales.....	102
Tabla 64: Número de horas al año de mantenimiento planificado con parada de la producción al año.....	102
Tabla 65: Calculo del dinero que se deja de percibir por las paradas de producción debido al mantenimiento planificado.....	103
Tabla 66: Resumen de costos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Kar & Ma.....	104
Tabla 67: Comparación de la situación actual con la situación propuesta.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura arbórea para el listado de los equipos	19
Figura 2: Tiempos a considerar para determinar el indicador de Eficiencia global de las maquinas	22
Figura 3: Distribución de las causas más comunes de fallo en el caso de un motor eléctrico	24
Figura 4: Influencia de la temperatura en la resistencia del aislamiento	25
Figura 5: Severidad de la vibración según la norma ISO 10816-3	27
Figura 6: Kit de goteo para la determinación del cloro residual y el Ph del agua	31
Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de sal	35
Figura 8: Diagrama de recorrido actual de la empresa Kar & Ma S.A.C	36
Figura 9: Organigrama del área de mantenimiento	39
Figura 10: Grafica de Pareto identificando las maquinas que representan el mayor tiempo (horas) invertido por mantenimiento	44
Figura 11: Control de mantenimiento correctivo/ preventivo de las máquinas de la planta Kar & Ma S.A.C	58
Figura 12: Control del sellado de las bolsas	59
Figura 13: Indicador de la disponibilidad de la producción de enero a julio 2017	66
Figura 14: Indicador de la calidad de la producción de enero a julio 2017	67
Figura 15: Indicador del rendimiento de la producción de enero a julio de 2017	67
Figura 16: Indicador del OEE de la producción de enero a julio de 2017	68
Figura 17: Variación del porcentaje de calidad en los diferentes meses del año 2016	69
Figura 18: Mejora del Indicador de la disponibilidad de la producción de enero a junio del 2017	94
Figura 19: Mejora del Indicador de la calidad de la producción de enero a junio del 2017	95
Figura 20: Mejora del Indicador de la rendimiento de la producción de enero a junio del 2017	95
Figura 21: Mejora del Indicador de la rendimiento de la producción de enero a junio del 2017	96
Figura 22: Medidor de vibraciones Fluke 805	126
Figura 23: Referencia de la pantalla LCD y los caracteres con los que se interactuar	127

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Control de sellado de bolsas del mes de enero 2017	110
Anexo 2: Control de sellado de bolsas del mes de febrero 2017	111
Anexo 3: Control de sellado de bolsas del mes de marzo 2017	112
Anexo 4: Control de sellado de bolsas del mes de abril 2017	113
Anexo 5: Control de sellado de bolsas del mes de mayo 2017	114
Anexo 6: Orden de Trabajo de Mantenimiento	115
Anexo 7: Carta de Lubricación.....	116
Anexo 8: Control de Lubricación para Moto reductores	117
Anexo 9: Historia de Máquinas	118
Anexo 10: Costo de Mantenimiento por Máquina	119
Anexo 11: Programa de Mantenimiento preventivo por Máquina	120
Anexo 12:Hoja-resumen de datos de mantenimiento.....	121
Anexo 13: Mantenimiento del motores eléctricos	122
Anexo 14: Informe del trabajo realizado para motores eléctricos dentro de la empresa....	122
Anexo 15: Partes de un motor electrico para tener como referencia.....	124
Anexo 16: Control de temperatura del horno	125
Anexo 17: Manueal del medidor de vibraciones fluke 805.....	126
Anexo 18: Especificaciones técnicas del medidor de vibraciones fluke 805	129
Anexo 19: Especificaciones técnicas del medidor de vibraciones fluke 805	130
Anexo 20: Ficha técnica de la máquina tamizadora	131
Anexo 21:Ficha técnica de del elevador de cangilones.....	132
Anexo 22:Ficha técnica transportador tornillo Sin Fin	133
Anexo 23:Ficha técnica del molino	134
Anexo 24: Ficha técnica de máquina empaquetadora	135
Anexo 25: Formato de control de humedad	136

RESUMEN

El presente proyecto se centra en la empresa Kar & Ma S.A.C. dedicada a la producción de sal yodada para el consumo humano y posterior comercialización principalmente a la selva y sierra del país. Dentro de sus 2 líneas de producción y 10 principales productos el de mayor demanda y producción es el de la marca Salina de ½ kg que se procesa en la línea de sal seca, por lo que nos centraremos en ésta para el desarrollo de la propuesta.

En el área de producción se presentan continuamente fallas en los equipos, principalmente en la línea seca debido a un inadecuado sistema de mantenimiento que ocasiona pérdidas económicas por reparaciones, mano de obra, así como dinero no percibido por sacos no producidos, recalcando además que el tiempo de vida útil de las máquinas es menor, teniendo éste un impacto económico a largo plazo.

Para la ejecución de ésta investigación se diagnosticó la situación actual de la empresa y se planteó la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en indicadores OEE, para ello se realizó un listado de los equipos en la línea de sal seca, codificación y ficha técnica de los mismos, luego se procedió a determinar las horas de falla de las máquinas para determinar las más críticas mediante el diagrama de Pareto, posteriormente se determinó sus medidas preventivas analizando su falla funcional (problema) y modo de fallo (causa), por último se evaluó el plan de mantenimiento preventivo propuesto mediante el indicador OEE comparando los indicadores actuales y los propuestos.

De acuerdo a la implementación del plan de mantenimiento preventivo el indicador OEE aumentó de 55,8% a 91,08% en el mes de enero, de 37,26% a 89,70% en el mes de febrero, de 34,8% a 91,33% en el mes de marzo, de 32,45% a 87,60 en el mes de abril, de 40,08% a 92,82% en el mes de mayo y finalmente de 49,94% a 91,77% en el mes de junio. En otras palabras, tenemos una aumentó del 35,27% en el mes de enero, de 52,43% en el mes de febrero, de 56,48% en el mes de marzo, de 55,14% en el mes de abril, de 52,83 en el mes de mayo y por último de 41,83 en el mes de junio.

Finalmente se elaboró un análisis costo-beneficio del plan de mantenimiento preventivo donde se concluyó que el proyecto tendrá una inversión de 27 815,7, un costo beneficio de 1,9 soles y un periodo de recuperación de 6 meses y 24 días siendo un proyecto viable y rentable para la empresa

Palabras Claves: *Mantenimiento, eficiencia, OEE, Máquinas.*

ABSTRACT

This project focuses on the company Kar & Ma S.A.C. dedicated to the production of iodized salt for human consumption and subsequent commercialization mainly to the jungle and mountains of the country. Within its 2 production lines and 10 main products, the one with the highest demand and production is that of the ½ kg Salina brand that is processed in the dry salt line, so we will focus on it for the development of the proposal.

In the production area, equipment failures are continually presented, mainly in the dry line due to an inadequate maintenance system that causes economic losses due to repairs, labor, as well as money not received by unproduced bags, also emphasizing that machine life is shorter, having a long-term economic impact.

For the execution of this investigation the current situation of the company was diagnosed and the proposal of a preventive maintenance plan based on OEE indicators was proposed, for this a list of the equipment in the dry salt line, coding and technical sheet was made of these, then the machine's failure hours were determined to determine the most critical ones by the Pareto chart, then its preventive measures were determined by analyzing their functional failure (problem) and failure mode (cause), finally The proposed preventive maintenance plan was evaluated using the OEE indicator comparing the current and proposed indicators.

According to the implementation of the preventive maintenance plan, the OEE indicator increased from 55.8% to 91.08% in January, from 37.26% to 89.70% in February, from 34.8 % to 91.33% in the month of March, from 32.45% to 87.60 in the month of April, from 40.08% to 92.82% in the month of May and finally from 49.94% to 91.77% in the month of June. In other words we have an increase of 35.27% in the month of January, of 52.43% in the month of February, of 56.48% in the month of March, of 55.14% in the month of April, of 52.83 in the month of May and finally of 41.83 in the month of June.

Finally, a cost-benefit analysis of the preventive maintenance plan was prepared where it was concluded that the project will have an investment of 27 815,7, a cost benefit of 1.9 soles and a recovery period of 6 months and 24 days being a project viable and profitable for the Company

Keywords: Maintenance, efficiency, OEE, Machines.

I. INTRODUCCIÓN

En todas partes del mundo se consume sal, lo cual lo convierte en un producto de primera necesidad, todavía sin encontrarse un producto sustituto. La competencia en el mercado Lambayecano es muy grande, existen cerca de 16 empresas principales y con mayor demanda que se dedican al rubro de la sal de los cuales encontramos a Kar & Ma S.A.C. por sus niveles óptimos de yodo (30 a 40 ppm según NTP).

En [4] señala que a lo largo de los años la función del mantenimiento ha pasado por diferentes etapas. En un inicio los propios operarios se encargaban de la reparación de los equipos. Una vez que las maquinas se fueron haciendo más complejas y el tiempo a dedicarles aumentaba, se empezaron a crear los primeros departamentos de mantenimiento, con actividades ya diferenciadas de los operarios de producción. En esta época la tarea era correctiva, dedicando todo su tiempo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

Es aquí donde aparecen los departamentos de mantenimiento buscando no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, más bien prevenirlas, actuando para que no se produzcan obteniendo con esto un mayor beneficio. Con esto se crea una nueva figura de mantenimiento: Personal cuya función es estudiar que tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas y así asegurar el funcionamiento de las máquinas, asegurar la confiabilidad de las mismas, prolongar su vida útil y cumplir con la demanda establecida por el mercado.

La empresa Kar & Ma S.A.C., cuenta con más de 10 años de experiencia en el mercado de sal yodada. En su Local de José Leonardo Ortiz procesa la sal proveniente de las minas de Bayobar y Morrope. Diariamente llegan a la empresa de 30 a 35 toneladas de sal en grano. Una vez llegada la sal se descarga y se almacena, para luego ser procesada y dirigirla por toda la línea de producción manteniendo un flujo continuo.

Dentro de los dos tipos de sal, la seca que es en la que nos centramos, tiene un proceso más largo, en donde es necesario un horno para el secado y otro para el enfriado, asimismo tiene un flujo continuo desde las 8:00 a 18:00.

Una vez envasada la sal se colocan en bolsas de 1/2 kilo y éstos en sacos con 50 unidades cada uno obteniendo así un peso de 25 kg por saco, luego mediante una carretilla portabultos, es transportada al almacén para finalmente coser los sacos y almacenarlos sobre las cribas para luego ser vendidos.

Todo esto genera paradas y costos de producción. Tales como: costos de refacción, de mano de obra y el impacto a la producción que estos generan, en otras palabras lo que la empresa deja de percibir por darle solución a estas fallas no programadas dentro de la empresa. Esto también acarrea horas extra de trabajo para poder llenar las horas que se dejan de trabajar.

Por otro lado está la compra de repuestos y en el peor de los casos repuestos que vienen de lugares más lejanos. Lo cual generaría paradas por falta de stock. Todo esto genera un gran problema para la empresa, afectando a su imagen como tal. Recordemos que la sal es un

producto de primera necesidad, que no tiene sustituto alguno, por lo que no puede dejarse de producir, ni puede llegar a tener estos problemas. Por lo cual mantener en perfecto estado las máquinas mediante un plan de mantenimiento preventivo es fundamental.

En éste proyecto se aprecian las áreas donde se encuentran las máquinas, el número de fallas y el tiempo perdido, que es transformado en dinero que la empresa de deja de ganar (impacto a la producción), aumentando los costos de producción.

El producto terminado se comercializada en los distintos departamentos del país ya que en Chiclayo no presenta un mercado fácilmente accesible debido a la competencia, estableciendo su producto a los demás departamentos del país entre los que se encuentran: Trujillo, Iquitos, Lima, Cajamarca, Huancayo, Tacna, entre otros.

Con el presente trabajo se logró identificar los fallos de cada máquina crítica y sus soluciones implementando un plan preventivo, logrando incrementar la eficiencia de las máquinas y reducir costos

El siguiente trabajo tiene como objetivo proponer un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de producción basándose en los indicadores OEE para la empresa Kar & Ma S.A.C. Para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual de empresa, posteriormente se elaboró una propuesta de mantenimiento preventivo en la empresa y finalmente se realizó un análisis costo-beneficio de la misma.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Para la siguiente investigación se recurrió a varios estudios realizados a diferentes empresas en las cuales se han determinado indicadores de eficiencia, ya sea de disponibilidad, rendimiento y calidad; o en su conjunto el OEE, la eficiencia global de las máquinas. Lo cual determinará el estado actual de la empresa en los diferentes factores, así mismo permitirá tomar las medidas del caso en los indicadores donde el porcentaje sea muy bajo o no beneficie a la empresa. Todo esto viene de la mano junto con el mantenimiento, no cualquier mantenimiento. Sino uno preventivo el cual previene la falla antes que esta ocurra, asegurando la continuidad del proceso que se vaya a realizar. Hoy en día un sistema de mantenimiento preventivo, como mínimo, es fundamental para sobrevivir un mercado tan competitivo como es el de las empresas.

En 2013, Cabrea E. *et al* [3] menciona en su investigación: “**Diagnóstico del OEE y mejorar una pequeña empresa con una herramienta esencial para la competitividad empresarial**” basada en determinar que una buena aplicación del OEE puede permitir que cualquier empresa para hacer un análisis detallado de las áreas básicas (disponibilidad, rendimiento y calidad) que permiten identificar las mejores áreas de oportunidad, trabajar con ellos para mejoras que beneficien no sólo la empresa sino también a los clientes. Seguidamente, se hicieron las mejoras correspondientes para la disponibilidad y el rendimiento de las máquinas; la cual se llegó a obtener efectos positivos de los cambios realizados durante el proyecto en los indicadores de disponibilidad y el rendimiento. Para la disponibilidad se iniciaron en el noveno mes la implementación de las mejoras, para el undécimo mes se superó la meta establecida y se mantiene sin grandes variaciones en contraste con la inicio del proyecto; obteniéndose así una disponibilidad de 78,6%.

En 2012, Muhammad [6] menciona en su investigación: “**Análisis del rendimiento por Overall Equipment Effectiveness de la sección de corte CNC de un astillero**”: basada en determinar la medición del desempeño. Se determinó que la medición del desempeño es un principio fundamental de la gestión. Ya que es un principio fundamental de la gestión. La medición del rendimiento es importante, ya que identifica las brechas de rendimiento actuales entre el desempeño actual y el deseado y proporciona indicación del progreso de la empresa. Además, se encontró que el porcentaje del OEE de la sección de corte CNC es muy bajo (35,01%) en comparación con el estándar mundial. Los resultados mostraron que entre los tres factores de la OEE es decir, disponibilidad, rendimiento y tasa de Calidad, se encontró que en el punto de calidad es el más satisfactorio (96,13%). Pero deberá existir una gran cantidad de mejoras para el rendimiento (76,31%) y la disponibilidad (47,73%). Especialmente el factor de disponibilidad es muy bajo debido un gran tiempo ocioso (27%). Por lo tanto, los factores que conducen a pérdidas de disponibilidad deben ser identificados y eliminados.

En 2012, Jain S. [9] menciona en su investigación: “**Cálculo del OEE para un proceso de ensamblado**”: Basada en los indicadores Overall Equipment Efficiency. Se concluyó que el OEE en el proceso de ensamblado fue de un 60% (disponibilidad 83,75%, rendimiento 83,3% y calidad 85%). El proceso de ensamblado tiene una calidad del 85% y 15% de pérdidas. Estas pérdidas en el proceso de ensamblado son principalmente pérdidas de tiempo de inactividad, pérdida de velocidad y las pérdidas de calidad que afectan a la eficacia global del equipo del proceso. Además, para minimizar estas pérdidas, y para lograr la clase mundial OEE no debe haber reducción de los eventos que se discuten en la sección seis grandes pérdidas. Los principales eventos que son responsables de las pérdidas en proceso de ensamblado son: Fallas de herramientas, mantenimiento no planificado, configuración / cambio, la escasez de materiales, la escasez de operador, daños en proceso, vencimiento en proceso y mal ensamblado. Los resultados mostraron que estos se pueden reducir mediante la aplicación de nuevas técnicas y herramientas, almacenamiento de inventario adecuado, en la línea de montaje, trabajos cualificados, máquina de uso especial, etc. Finalmente, las autoras hacen algunas recomendaciones como que el indicador OEE es muy útil para controlar el rendimiento de la producción y también ser visto como un indicador de desempeño en sostenibilidad.

En 2012, Barrios A. [1] menciona en su investigación: “**El mantenimiento en el desarrollo de la gestión empresarial. Fundamentos teóricos**” basada en la función que cumple el mantenimiento en la gestión de la empresa. busca mejorar la ejecución del mantenimiento basado en la confiabilidad operacional de los equipos, para mejorar la productividad de la organización teniendo en cuenta el estado real de los equipos y su historial de averías mediante la implementación de la técnica de Mantenimiento Productivo Total (MPT), el cual persigue un mejoramiento continuo de la productividad de la empresa mediante la participación integral de todos los trabajadores con la técnica del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). Se concluye que la confiabilidad como método de análisis para determinar el nivel de operación y mantenimiento adecuado, debe realizarse basada en herramientas que permitan evaluar el comportamiento de los equipos y componentes de una forma ordenada a fin de asegurar a la empresa su integridad y continuidad operacional, estas herramientas en su mayoría se basan en cálculo de probabilísticos.

En 2010, J. R. Aguilar Otero [14] menciona en su investigación: “**Análisis de modos de falla, efectos (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo**” Basada en metodología de FMECA o AMFEC en el proceso de gestión del mantenimiento. En el cual se identificaron los modos de falla que representan un mayor riesgo para la instalación. Finalmente esto permite también, optimizar los recursos ya que la planeación del mantenimiento cambia al ser ahora enfocada en los modos de falla derivados de un análisis funcional y no enfocada en los equipos, es decir, el plan es por modo de falla y no por equipo,

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 MANTENIMIENTO

En [10] menciona que el Mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo (Buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

2.2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

En 2013, Garcia [10] nos dice que Tradicionalmente, se han distinguido diferentes tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen; Se puede iniciar con un mantenimiento:

2.2.2.1 Mantenimiento Correctivo: Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Para posteriormente pasar a un mantenimiento preventivo

2.2.2.2 Mantenimiento Preventivo: Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.2.3 ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

2.2.3.1 Determinar la herramienta

En 2013, “La contratación del mantenimiento del mantenimiento industrial [10] menciona Para poder determinar el estado actual de empresa se tiene que generar un antes y un después por lo cual se pueden utilizar diferentes herramientas. Desde divisiones simples, de las horas empleadas en mantenimiento hasta herramientas más elaboradas que nos dan los porcentajes exactos de cuan eficientes somos. Un antes para ver como partimos y un después para ver cuál sería el resultado una vez empleado nuestro plan.

2.2.3.2 Listado de los equipos

Para realizar un análisis de equipos es necesario elaborar una lista ordenada de los equipos que hay en ella.

Una simple lista de todos los motores, bombas, sensores, etc., de la planta no es útil ni práctica. Una lista de estas características no es más que una lista de datos, no es información. Si queremos elaborar una lista de equipos realmente útil, debemos expresar esta lista en forma de estructura arbórea, en la que se indiquen

las relaciones de dependencia de cada uno de los *ítems* con respecto con los restantes.

En una planta industrial podemos distinguir los siguientes niveles, a la hora de elaborar esta estructura arbórea:

Figura 1: Estructura arbórea para el listado de los equipos



Fuente: Gracia (2013)

Una empresa puede tener una o varias plantas de producción, cada una de las cuales puede estar dividida en diferentes zonas o áreas funcionales. Estas áreas pueden tener en común la similitud de sus equipos, una línea de producto determinado o una función. Cada una de estas áreas estará formada por un conjunto de equipos, iguales o diferentes, que tienen una entidad propia. A su vez está dividido en serie de sistemas funcionales, que se ocupan de una misión dentro de él. Los sistemas, a su vez, se descomponen en elementos. Los componentes son partes más pequeñas de los elementos, y son las partes que habitualmente se sustituyen en una reparación.

2.2.3.3 Codificación de equipos

En 2013, Garcia [10] menciona que una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallas e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistema, elementos, componentes. Permitiendo el control de costes.

Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar:

2.2.3.3.1 Sistema de codificación no significativa: Son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional. Con apenas 4 dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales.

2.2.3.3.2 Sistema de codificación significativo o inteligente: El código asignado aporta información.

Una vez descrito y teniendo en claro los sistemas de codificación se define el código según la siguiente estructura:

Tabla 1: Sistema de codificación no significativo

Planta	Área	Equipo (2 Letras)	Nº Correlativo
--------	------	-------------------	----------------

Fuente: Gracia (2013)

2.2.7.4 Ficha de equipos

En 2013, Garcia [10] menciona que para poder llevar a cabo la selección del modelo de mantenimiento que más se adapte a los equipos, debemos, en primer lugar, disponer de la lista de los equipos que componen la planta. Esta lista, como hemos visto, puede ser tan detallada como se quiera.

Una vez tengamos la lista de los equipos, es necesario elaborar una ficha para cada uno los *ítems* que componen la planta. La ficha de equipos debe contener datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada uno los equipos de la planta. Este trabajo es independiente de que haya o no un soporte informativo en la empresa

En la ficha de equipo debemos anotar los siguientes datos:

- Código del equipo y descripción.
- Datos generales.
- Características principales (Especificaciones).
- Si necesita de subcontratos a fabricantes, indicar el tipo de subcontrato que se propone.
- Repuestos críticos que deben permanecer en stock.
- Función y uso
- Descripción física
- La persona que lo revisa, elabora y lo aprueba

2.2.7.5 Determinación de medidas preventivas

En [10] menciona que para determinar los modos de fallo de cada uno de equipos, sistemas o elementos que componen la planta que se analiza, el siguiente paso es determinar las medidas preventivas que permiten, bien evitar el fallo, bien minimizar sus efectos.

Las medidas preventivas que se pueden tomar son de cuatro tipos:

2.2.7.5.1 Tareas de mantenimiento: Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos. Las tareas de mantenimiento pueden, a su vez, ser de los siguientes tipos:

- Tipo 1: Inspecciones visuales
- Tipo 2: Tareas de lubricación
- Tipo 3: Verificaciones del correcto funcionamiento realizado con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line)
- Tipo 4: Verificaciones del correcto funcionamiento realizados con instrumentos externos del equipo (Verificaciones off-line), a su vez verificadores sencillas o verificaciones con instrumentos complejos.
- Tipo 5: Limpieza técnicas condicionales, dependiendo en el estado en que se encuentre el equipo.
- Tipo 6: Ajustes condicionales, dependiendo de que el equipo haya dado síntomas de estar desajustado.
- Tipo 7: Limpieza técnica sistemáticas, realizadas cada ciertas horas de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar cómo se encuentre el equipo.
- Tipo 8: Ajustes sistemáticos, sin considerar si el equipo ha dado síntomas de estar desajustado.
- Tipo 9: Sustitución sistemática de piezas, por horas de servicio o por fecha de calendario, sin comprobar su estado.

Si el modelo es correctivo son posibles las tareas de tipo 1, 2, 3,4 ,5 y 6.
Si el modelo es preventivo, también serán posibles tareas del tipo 7, 8 y 9.

En 2013, “La contratación del mantenimiento del mantenimiento industrial [10] menciona que un punto muy importante, cuando se determina que la forma de actuación ante determinado modo de fallo es una tarea de mantenimiento, es determinar la frecuencia con la que se realizara esta tarea. Para determinar, existen tres posibilidades:

1. Si tenemos datos históricos que nos permitan conocer la frecuencia con la que se produce el fallo, podemos utilizar cualquier técnica para determinar cada cuanto tiempo se produce el fallo si no actuamos sobre el equipo.
2. Si disponemos de funciones matemáticas que nos permitan predecir el comportamiento de un determinado fallo, podemos estimar la frecuencia de intervención a partir de dicha función. Suele ser aplicable para estimar la vida de determinadas piezas.
3. Si no disponemos de las informaciones anteriores, la determinación de la frecuencia con la que deben realizarse las tareas de mantenimiento propuestas puede hacerse en base a opinión de expertos. Siendo la más subjetiva de todas y la menos precisa.

2.2.7.5.3 Cambios en los procedimientos de operación

El personal que opera puede tener una alta incidencia en los problemas.

2.2.7.5.4 Mejoras y/o modificaciones de la instalación

Algunas averías se producen porque determinadas intervenciones del personal de mantenimiento no se hacen correctamente. La redacción del procedimiento en

los que se indiquen claramente cómo deben realizarse determinadas tareas, y en los que figuren determinados datos es de gran utilidad.

2.2.4 EFICIENCIA Y PÉRDIDAS

En [6] menciona que la eficiencia de un proceso (o de una máquina) es la relación que existe entre la producción real obtenida y la producción máxima teórica.

Por ejemplo. Supongamos que una máquina puede producir teóricamente 1.000 unidades/hora. Durante 8 horas, debería haber producido 8.000 unidades. Sin embargo, al final del día, comprobamos su producción real y ha sido de 4.800 unidades. La eficiencia de la máquina ha sido de $4.800/8.000 = 60\%$.

Una eficiencia del 60% nos dice que estamos aprovechando nuestra máquina en ese porcentaje. O lo que es lo mismo, la eficiencia mide el aprovechamiento de los recursos. La empresa será tanto más competitiva cuanto mayor sea la eficiencia de sus procesos.

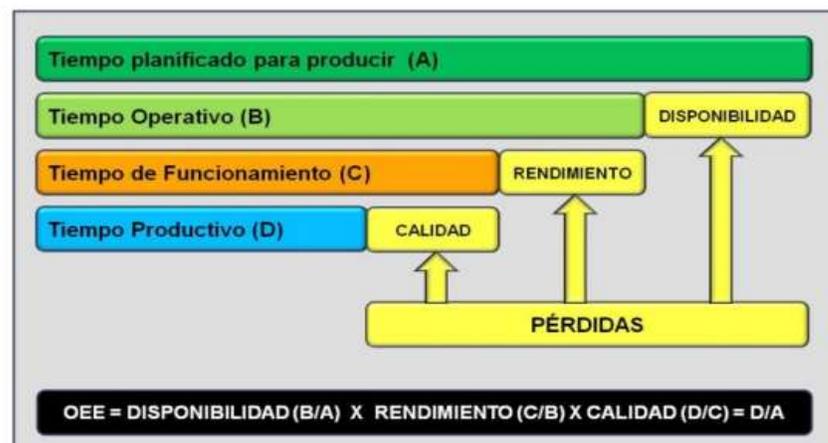
¿Y el 40% restante? Se ha transformado en lo que se denominan “pérdidas”.

El OEE (Overall Equipment Effectiveness) o Eficiencia Global de los Equipos, en un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso.

El OEE también se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado.

Según se aprecia en la figura:

Figura 2: Tiempos a considerar para determinar el indicador de Eficiencia global de las maquinas



Fuente:cdiconsultora

Como lo menciona en 2000, Cuatrecasas [18] Estas magnitudes se medirán por medio de coeficientes que harán referencia a los conceptos de tiempo requerido para trabajar, tiempo que realmente está operativo el equipo, tiempo que a pesar

de estar operativo, puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la esperada y también a la calidad del *output* o producto resultante del proceso productivo.

Este indicador se puede descomponer en el producto de 3 factores, relacionados a su vez, con los 3 grandes grupos de pérdidas.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

$$\text{Disponibilidad} = (B) / (A) = \text{Tiempo Operativo} / \text{Tiempo Planificado}$$

$$\text{Rendimiento} = (C) / (B) = \text{Tiempo Funcionamiento} / \text{Tiempo Operativo}$$

$$\text{Calidad} = (D) / (C) = \text{Tiempo Productivo} / \text{Tiempo Funcionamiento}$$

El valor del OEE Las características que tiene el indicador OEE, que lo hacen imprescindible son:

1. Constituye una forma estructurada y estandarizada de conocer la eficiencia de un proceso y lo que es más importante, la composición de las pérdidas del mismo.
2. Prioriza las líneas de actuación, consiguiendo elevar la eficiencia, con los mínimos recursos.
3. Guía la actuación de los grupos de mejora continua, permitiendo cuantificar rápidamente los avances conseguidos.
4. Se trata de un indicador universal, que permite la comparación entre procesos totalmente distintos.

2.2.5 MANTENIMIENTO DEL MOTOR

Como lo menciona en 2016, Chauvin [7] En La mayoría de los equipos eléctricos requieren de inspecciones y mantenimiento planeados para mantenerlos en condiciones de la detección de potenciales área de problemas. La observación por parte del personal para diagnosticar y localizar los problemas en la maquinaria eléctrica se llevará a cabo a través del empleo de los sentidos. El olfato dirige la atención a aislación quemada; el tacto detecta el calor excesivo en los arrollamientos o cojinetes; el oído detecta velocidad o vibración excesiva y la vista detecta el chisporroteo excesivo y mucha fallas mecánicas.

Estas percepciones sensoriales deben completarse con distintos procedimientos de prueba para ubicar el problema. Una comprensión minuciosa de los principios eléctricos y el uso eficiente los equipos de prueba son importantes para el técnico electricista en esta etapa de resolución de problemas.

2.2.5.1 Aislamiento y causas de fallo del aislamiento

Como lo menciona en 2016, Chauvin [7] medición del aislamiento mediante un megaóhmetro es parte de una política de mantenimiento preventivo, y es necesario comprender las diferentes causas posibles de degradación del

rendimiento del aislamiento, para poder llevar a cabo la implantación de medidas para corregir la degradación.

Estas causas de fallo del aislamiento se pueden clasificar en cinco grupos, siempre teniendo en cuenta las distintas causas se suman entre ellas en ausencia en ausencia de medidas correctivas.

2.2.5.1.1 La fatiga de origen eléctrico: Relacionada principalmente con fenómenos de sobretensión y caídas de tensión.

2.2.5.1.2 La fatiga de origen mecánico: Los ciclos de puesta en marcha y rapo, sobre todo si son frecuentes, los defectos de equilibrado de máquinas rotativas y todos los golpes directos contra los cables y, de forma más general, contra las instalaciones.

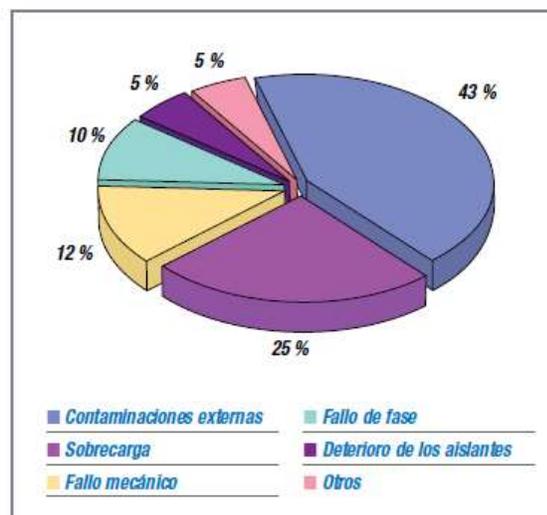
2.2.5.1.3 La fatiga de origen químico: La proximidad de productos químicos, de aceites, vapores corrosivos y de modo general, el polvo, afectan el rendimiento del aislamiento de los materiales.

2.2.5.1.4 La fatiga relacionada con los cambios de temperatura: En combinación con la fatiga mecánica provocada por los ciclos de puesta en marcha y parada de los equipos, las exigencias de la dilatación o contracción afectan las características de los materiales aislantes. El funcionamiento a temperaturas extremas es también un factor de envejecimiento de los materiales.

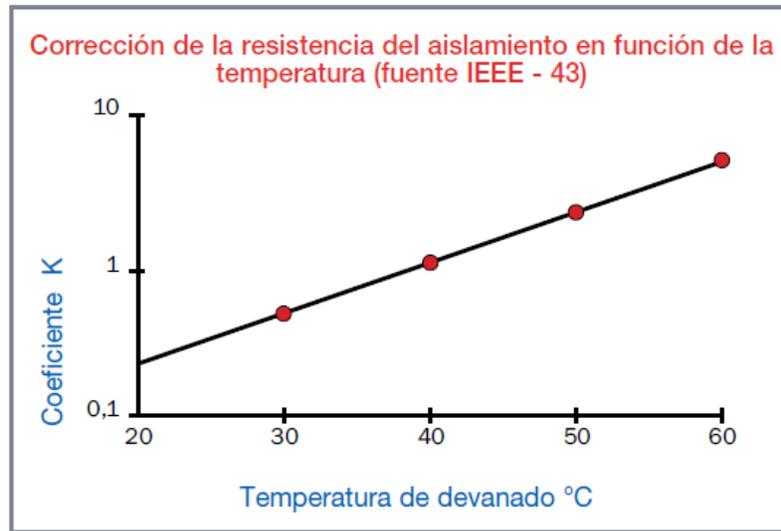
2.2.5.1.5 La contaminación ambiental

La aparición de moho y acumulación de partículas en entornos húmedos y calurosos provocan también la degradación de las características de aislamiento de las instalaciones.

Figura 3: Distribución de las causas más comunes de fallo en el caso de un motor eléctrico



Fuente: Chauvin Arnoux

Figura 4: Influencia de la temperatura en la resistencia del aislamiento

Fuente: Chauvin Arnoux (2010)

2.2.5.2 Lubricación de cojinetes de bolas

La siguiente tabla indica los intervalos recomendados para engrasar las unidades con cojinetes de bolas. Es importante que se utilice la cantidad y tipo de grasa correcto en los cojinetes de bola. La grasa en exceso puede causar sobrecalentamiento.

Tabla 2: Lubricación de los cojinetes de bolas según los caballos de fuerza (HP)

Servicio	HP		
	1/4 - 7 1/2	10 - 40	50 - 150
Fácil	7 años	5 años	3 años
Estándar	5 años	2 años	1 año
Severo	3 años	1 año	6 meses
Muy Severo	6 meses	3 meses	3 meses

Fuente: Keljik (2009)

Algunos motores con cojinetes de bola están provistos de alemintas y se utiliza una pistola con grasa para lubricarlos. Quitar el tapón de la base para realizar esta tarea. Debido a la gran variación en el diseño de los motores industriales, el técnico electricista debe consultar los manuales de lubricación publicados por los fabricantes de máquinas eléctricas para asegurar una lubricación apropiada de todos los tipos de motores.

2.2.6 VIBRACION EN MÁQUINAS

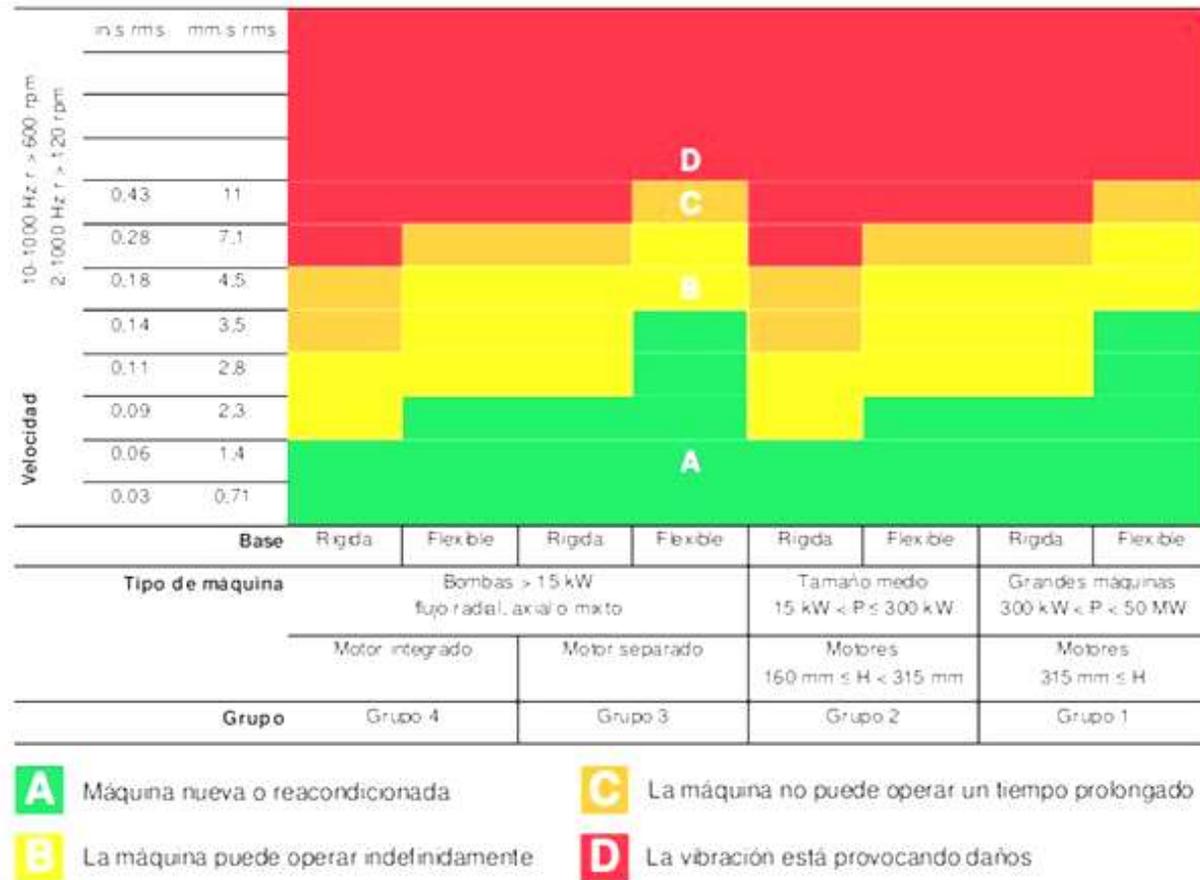
En 2010, Rao [21] menciona que en el entorno industrial hay muchas fuentes de vibraciones: maquinaria rotatoria o reciprocante como motores, compresores y motores eléctricos.

La severidad de vibración de maquinaria se define en función del valor rcm de la velocidad de vibración en ISO 2372. La definición ISO identifica 15 rangos de severidad de vibraciones en el rango de velocidad de 0.11 – 71 mm/s para cuatro clases de máquinas: (1) pequeña, (2) mediana, (3) grande y (4) turbomáquina. La severidad de vibración de máquina clase 3, como los motores primarios. Para aplicar estos criterios la severidad de la máquina se debe medir en la superficies de la máquina como son las tapas de cojinetes en el rango de frecuencia de 10-1 000 Hz. Según la figura 8.1 “Nomografía y criterios de vibración” del libro de Rao (2012) Señala de 0.11 mm/s a 2.5 mm/s es bueno, de 2.5 mm/s hasta 5.1 mm/s es satisfactorio. De ahí hacia adelante vendría a ser no satisfactorio hasta No permisible. Conforme a la severidad de la vibración de la máquina, ISO 2372.

La ISO DP 4866, daño estructural se encuentra con valores satisfactorios entre 2.5 mm/s a 5.1 mm/s de 5 mm/s a 10.1 mm/s son valores no satisfactorios, conforme a la “Nomografía y criterios de vibración”

El siguiente grafico señala que para motores mediano de entre 15 Kw a 300 Kw el máximo punto flexible que pueden alcanzar es hasta 4,5 mm/s. Respalando a los señalado anteriormente por la ISO 2372.

Figura 5: Severidad de la vibración según la norma ISO 10816-3



Fuente: ISO 10816-3

2.2.7 COSTOS DE MANTENIMIENTO

En 2012, “Mantenimiento industrial” [4] menciona que el costo de las reparaciones es una parte más del costo final del producto. Independientemente de la gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que se debe asumir. Por lo tanto, se considerarán los costos de mantenimiento desde la perspectiva general de la empresa.

El costo de mantenimiento fluctúa entre el 5 y 10% del costo total del producto. En principio, esta cantidad no parece elevada pero tiene dos características importantes. La primera es que, a diferencia de otros elementos como la materia prima, es un costo que lo produce y controla la propia empresa, pudiendo resultar mayor o menor según la gestión.

La segunda es que genera gastos que no se recuperan, en el caso de la materia prima se compensa con las ventas.

Descomponiendo el costo de mantenimiento en diferentes aspectos, para analizarlos conviene agruparlos en cuatro bloques:

- Costos fijos.
- Costos variables
- Costos financieros
- Costos de fallas

2.2.7.1 COSTOS FIJOS

Su principal característica es que son independientes del volumen de la producción y de las ventas. Dentro de estos costos podemos destacar los de la mano de obra indirecta, las amortizaciones de equipo, instalaciones y edificaciones, los alquileres, seguros, etc. Y los costos fijos de mantenimiento.

Estos costos fijos de mantenimiento están compuestos, principalmente, por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo.

Desde el punto de vista de mantenimiento, se trata de un gasto que asegura el estado de la instalación a mediano y largo plazo. La disminución de los gastos en este concepto, supone un ahorro para la empresa. Este ahorro implica un mayor incertidumbre sobre el estado de la instalación y, por tanto, de su capacidad productiva real.

2.2.7.2 COSTOS VARIABLES

Estos costos son proporcionales a la producción realizada. Entre los más importantes se destacan: mano de obra directa, materia prima y materiales directos, embalajes, energía, etc. Y los gastos variables de mantenimiento.

Dentro de los costos variables de mantenimiento se encuentran mano de obra y materiales para mantenimiento correctivo. Este mantenimiento se genera por las averías imprevistas y como consecuencias de las indicaciones detectadas en los otros mandamientos.

Lógicamente, cuando más se utiliza la instalación mayor será el número de averías, y por tanto, la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo.

En principio, parecería imposible reducir este tipo de gastos en mantenimiento, dado que viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo. La manera de reducir este gasto se fundamenta en la implantación de un buen sistema de mantenimiento preventivo que disminuya las averías. Los mayores costos de preventivo tienen por objetivo disminuir los gastos totales.

2.2.7.3 COSTOS FINANCIEROS

Los costos financieros que se originan por mantenimiento. Se deben al capital inmovilizado para almacenamiento de repuestos y al originado por exceso de maquinarias para asegurar la producción. Este costo de mantener capital inmovilizado debe estar relacionado a la prestación que brinda el tener los repuestos. U exceso de repuestos no genera ningún beneficio a la empresa.

El disponer de equipamiento duplicado o en exceso para obtener una mayor disponibilidad de maquinarias y asegurar la producción es un costo financiero que generalmente no se tiene en cuenta pero el motivo de su presencia es responsabilidad de mantenimiento.

2.2.7.4 COSTOS DE FALLAS

El costo de fallas o por averías se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas con mantenimiento. Normalmente es otro costo que no se tiene en cuenta cuando se consideran los costos de mantenimiento, pero su monto puede ser incluso superior a los gastos tradicionales. Este concepto es aplicable tanto a empresas productivas como empresas de servicios.

En las empresas productivas los costos por fallas se deben principalmente a:

- Pérdidas de producción por fallas en las máquinas.
- Impacto a la producción

III RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

KAR & MA S.A.C es una empresa que produce y comercializa sal yodada para el consumo humano, cada saco contiene 25 unidades, en su mayoría. La empresa cuenta con varias presentaciones de bolsas de sal. De las cuales las que mayor demanda presentan son:

- Sacos de sal marca Salina de 25 kg con 50 bolsas de ½ KG cada una.

Tabla 3: Especificaciones técnicas de la sal

<p>Producto: Sacos de sal yodada</p>	
Características organolépticas	
1.- Aspecto	Granuloso, fino, uniforme, libre de sustancias extrañas visibles
2.- Color	Blanco
3.- Olor	Inodoro
4.- Sabor	Salado Característico
Composición	
1.- Humedad %, máx.	0,5 %
2.- Pureza %, mínimo.	99,1 %
3.-Yodato de Potasio (KIO3)	30 a 40 ppm (ó mg/kg de sal)
Presentaciones	
Presentación (24 – 25 unidades)	Peso por unidad (Kg)
- Costeñita Cocina	1,00
- Costeñita	0,75
- Costeñita aprox.	1,00
- Pirámide	1,00
- Salina Cocina	1,00
- Salina mesa	1,00
- Salina Cocina	0,50
- Saco Marron	50,00

Fuente: KAR & MA S.A.C

3.1.1 MATERIALES E INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

3.1.1.1 Materia prima

La materia prima es la sal de gema o también llamada Halita proveniente de las minas de bayoyar y Morrope. En donde existen minas de sal de las cuales se extrae y llegan a la fábrica por medio tráileres hasta los almacenes de la planta. Esta sal llega diariamente a la planta en tráileres de 30 toneladas aproximadamente. Almacenados en sacos de polipropileno los una vez llevados a la planta son vaciados a una faja transportadora que lleva la sal a una tolva de gigante. Donde se almacena para su posterior procesamiento

Cada saco de sal contiene 70 kilos a un precio de 17 soles cada uno.

3.1.1.2 Yoduro de potasio

Yodo: El yodo es un insumo que se agrega a la sal por normativa Técnica Peruana 209.015. En la cual indica que el yodo debe de estar entre 30 a 40 ppm. La aplicación del yodo es debido que América Latina y el Caribe para eliminar la carencia de yodo acordaron suministrar yodo por medio de la sal. Para los graves problemas del bocio de ese entonces, que en nuestra actualidad se ha disminuido considerablemente.

La empresa agrega el yodo disuelto en agua. Y lo maneja con el nombre químico de yodato de potasio. El cual por cada kilogramo de yodato de potasio se necesitan 40 litros de agua. Manejando estas proporciones se asegura que el producto este entre 30 y 40 ppm. Asimismo el yodo se suministra por medio de goteo continuo. El cual es regulado por una válvula manual. El yodo agrega cuando sal sale del proceso de secado.

3.1.1.3 Agua

El agua proveniente de Epsel continuamente se realiza un control del cloro residual y el ph. Para lo cual se utiliza un kit de goteo (figura N°08) que mediante la coloración se puede identificar si se encuentra entre los valores óptimos.

Figura 6: Kit de goteo para la determinación del cloro residual y el ph del agua.



Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

3.1.1.3 Empaques

Las bolsas de plástico son suministradas por una empresa de Lima. Las cuales vienen perfectamente rotuladas con una impresión correspondiente al producto que pertenece. Según su tipo sal, peso, proporción de cada insumo (% yodo, % cloruro de sodio), etc.

Aparte de las bolsas donde va la sal. Se utilizan sacos para poder embolsar el producto final. Todas estas bolsas se empacan en sacos de 50, 25 kg. Dependiendo del tipo de sal. El empaque son sacos de polipropileno los cuales son suministrados por una empresa de Chiclayo.

3.1.1.4 Suministros

La empresa utiliza para el secado de los hornos utiliza como combustible GLP el cual es recargado 3 veces por semana tiene un consumo de 130-150 galones por día. El precio compra es de S/6,00 / galón. Así mismo el monto que se paga de electricidad fluctúa de 4 000 - 5 000 soles/ mensuales. Y el de agua va entre los 400-500 soles/ mensuales aproximadamente.

Tabla 4: Cantidad de materiales e insumos utilizados para producción de sal en la empresa Kar & Ma S.A.C.

Materiales e insumos	Origen	Anual	Mensual	Diario
Sal en gema	Piura	10 080 000 kg	840 000 kg	35 000
Yodo	Lima	600 kg	50 kg	2 kg
Agua potable	Chiclayo	12 000 litros	1 000 litros	40 litros
Sacos de polipropileno	Chiclayo	511 488 unid.	40 000 unid.	1 330 unid.
Bolsas plásticas	Lima	9 600 000 unid	800 000 unid.	31 920 unid
Pabulo	Chiclayo	1 920 000 m	160 000 m	6 665 m
Suministros	Origen	Anual	Mensual	Diario
Energía eléctrica	Electro-norte	1 049 529,6 kW/h	87 460,8 kW/h	3 644,2 kW/h
Gas GLP	-	47 440 gal	3 120 gal	130 gal

Fuente: Kar & Ma S.A.C

3.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1.2.1 Recepción

El camión que transporta los sacos con sal proveniente la mina, se descarga mediante una faja transportadora. En donde los sacos de sal se vacían y verificando su estado. Dirigiéndose al almacén de materias primas. Todos los días se descarga camiones de 30 toneladas.

3.1.2.2 Molienda

Una vez recepcionada la materia prima, se llena la tolva de la línea mediante un cargador frontal pequeño. La sal de la tolva va cayendo progresivamente a una faja transportadora, la cual dirige la sal al molino de martillos, en donde es completamente triturada.

Cada molino de martillos utiliza diferente número de cribas: En este caso de 8, 10 y 12 mm.

3.1.2.3 Horneado

Mediante un sinfín traslada la sal del molino al horno rotatorio. Para lo cual el horno es elevado a altas temperatura mediante unas llamas continuas (120 ° C – 150 ° C como óptimo), aquí la sal va a perder el agua que aún conserva y otros componentes que están impregnados. Por el mismo proceso la sal libera polvo, el cual es dirigido mediante ventiladores industriales a unas tolvas para finalmente capturarlo en sacos.

3.1.2.4 Enfriado

Antes de entrar al horno de enfriamiento se le adiciona el yodo (yodato de potasio), el cual se adiciona por medio de goteo continuo. Ya que la sal debe de presentar entre 30 a 40 ppm, por norma técnica peruana.

Después de salir del proceso de horneado, la sal se encuentra a unos 100° C, por lo que ingresa a un proceso de enfriamiento, en donde mediante un sinfín que traslada la sal hacia otro horno rotatorio, que gracias continuo movimiento y entrada del aire la sal se enfría hasta unos 60° C.

3.1.2.5 Tamizado

Luego del enfriado la sal es dirigida al tamiz. En donde se retienen trozos de sal más gruesos, producto de la fusión del horno, que no cumplen con las especificaciones del producto. La sal que pasa a través del tamiz es dirigida al siguiente proceso mediante un cangilón de 20 metros de altura. El cual dirige la sal rápidamente al siguiente proceso.

3.1.2.6 Almacenado

Una vez que pasa por el proceso de tamizado, la sal es elevada por medio de un ascensor (canjilones) hasta la parte superior de la planta, en donde un sinfín dirige la sal hasta el silo de almacenamiento, el cual servirá para posteriormente llevar las mesas, en donde trabajan los operarios mujeres, en el llenado y empaquetamiento de sal.

3.1.2.7 Llenado y sellado

Estos 2 procesos son realizados por dos máquinas automatizadas de procedencia brasileña, las cuales utilizan bobinas (Rollo de bolsas de plástico). La ventaja de esto, es la exactitud en el peso de las diferentes presentaciones, la rapidez con que se llena y se sella, y el rotulado que presentan estas bolsas, cada bolsa sale con lote, fecha y hora de procesamiento.

El resto de los procesos son los mismos. Solo cambian estos dos (llenado y sellado) que los realiza la máquina automatizada.

3.1.2.8 Empaquetado

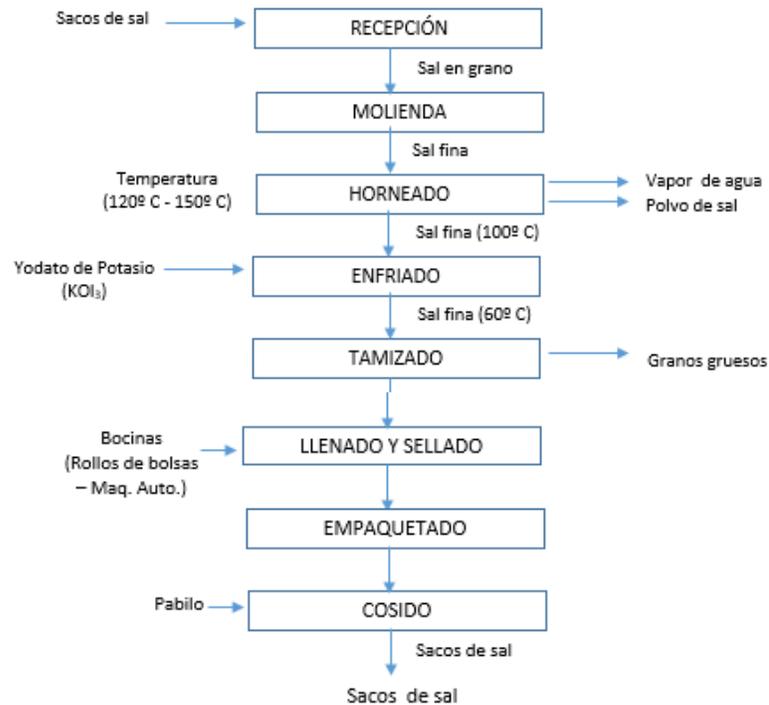
Una vez terminado el sellado el siguiente operario va a colocar todas las bolsas de sal en un saco dependiendo de la presentación del producto (24 unidades, 25 unidades, 50 unidades). Cada saco es colocado en la carretilla zorra, dependiendo de la habilidad y fuerza del trabajador, llevará un cierto número de sacos (4-9 sacos) por viaje en esta carretilla. Colocándolos finalmente en el almacén de producto terminado, sobre las parihuelas.

Como último proceso un trabajador cose los sacos con pabilo mediante una máquina manual. Para finalmente apilarlos en rumas de 8 pisos.

3.1.3 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO

En las siguientes figuras se observan el proceso de elaboración de sal mediante los diagramas de la sal seca (Figura N°7). En donde se observa, desde un principio, como inicia el proceso con una simple recepción hasta que termina con un cosido de las bolsas para luego ser almacenadas.

Figura 7: Diagrama de flujo del proceso de sal



Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

La siguiente figura muestra el proceso de elaboración de la sal seca. Conforme se observa es un proceso mucho más elaborado, el cual tiene un mayor costo de producción pero así mismo genera una mayor rentabilidad a la empresa. Ya que es aquí en donde se encuentran las máquinas automatizadas que producen la marca de sal, salina de 500 g. La cual es de las de mayor demanda dentro de la empresa. Según se puede observar el diagrama de flujo se divide una vez alcanzada la etapa de tamizado se dirigen a las máquinas automatizada que cuenta con un operario en cada una, que van a realizar el empaquetado de las bolsas. Ya que estas máquinas van a llenar y sellar las bolsas por sí solas asegurando el peso exacto.

3.1.4 DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL

La empresa kar & Ma S.A.C. sigue el siguiente diagrama de recorrido para la elaboración de sal seca, que a continuación se observa:

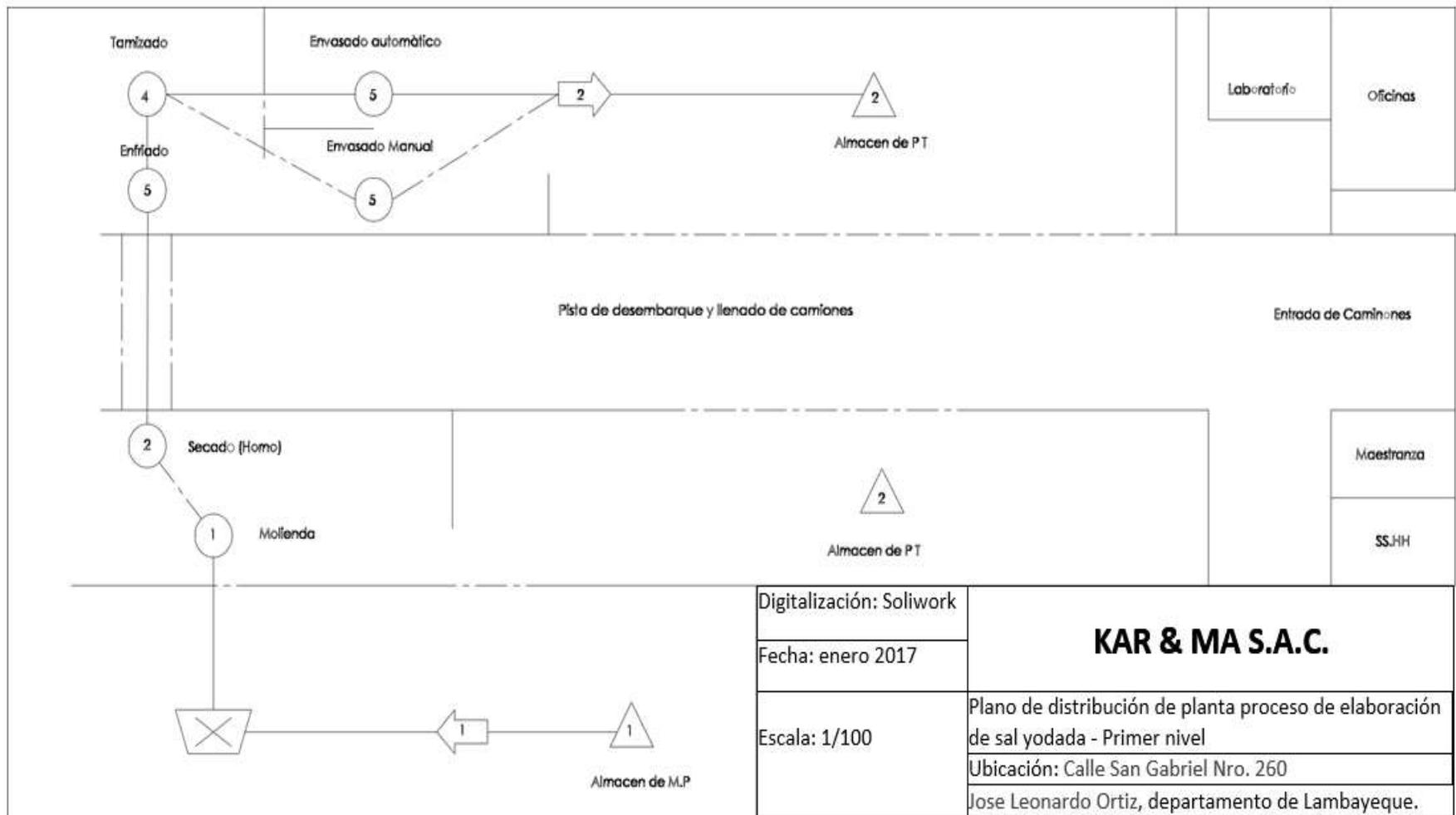


Figura 8: Diagrama de recorrido actual de la empresa Kar & Ma S.A.C

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.5.1 Producción

La empresa Kar & Ma mantiene una producción constante y que por año ha ido aumentando conforme a la demanda del mercado. Cabe resaltar que en Lambayeque existen cerca de 15 plantas de sal. En su mayoría ubicadas en el distrito de Jose Leonardo Ortiz. Van desde las más pequeñas, que son la gran mayoría. Que únicamente se dedican a línea de sal humada y otras empresas que si cuentan con una línea de secado. Como es el caso de Kar & Ma S.A.C. Posicionándose muy bien en el mercado.

Tabla 5: Producción anual, mensual y diaria entre los años 2013-2017 de sal de mesa

Año	Ventas (sacos)	Producción anual (Kg)	Producción mensual (Kg)	Producción diaria(Kg)
2013	372 120	8 930 880	744 240	31 010
2014	389 200	9 340 800	778 400	32 433
2015	393 920	9 454 080	787 840	28 658
2016	391 560	9 397 440	783 120	32 630
2017	385 342	9 248 208	770 684	32 111

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

La tabla número 05 muestra que la producción del 2015 es la más baja en comparación al resto debido a que a finales del 2015 se cambiaron se cambiaron gran parte de las máquinas por lo que la planta dejo de trabajar algunos meses. Luego en el 2017 también se aprecia un decaimiento de la producción; cerca de 149 232 con respecto al año pasado. Esto es por las constantes paradas de producción por las continuas fallas que aquejan a la empresa.

3.1.5.2 Costos de producción

Los costos de producción son todos aquellos costos que están involucrados para la elaboración de la producción. Ya sea materia prima, insumos y suministros como tal.

Para los costos de producción se tomaran únicamente los productos de la línea de sal seca que pertenecen a la línea automatizada. Y sobre todo la sal salina de 1/2 Kg, producto con el que se va a trabajar más adelante.

Tabla 6: Costos de producción de la sal salina de ½ Kg

Recursos	Paquete de 50 unidades Salina 1/2 Kg
Precio de venta	15,000
Costos de producción	14,2999
Margen de contribución por paquete	0,9

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

En la tabla número 06 el precio de venta que se muestra es de los más actuales (últimos meses del 2017) el cual se ha elevado entre 2 o 3 soles en promedio. Debido al fenómeno del niño costero que azoto con unos días de lluvias intensas. Donde la producción de sal resulto afectada 2 semanas ya que su fuente de materia prima bayobar- Piura. Habían sido inundadas todas estas minas de sal. Viéndose obligado a traer sal de Chimbote a un mayor precio y menor cantidad 18 soles/ saco de 50 kilos. Por lo cual la empresa ha aumentado su precio de venta para balancear su margen de utilidad.

3.1.6 PERSONAL

La empresa Kar & Ma S.A.C cuenta con cerca de 30 trabajadores de los que se separan entre estibadores, operarios, técnicos, fejes de área y gerencia; cabe recalcar que la empresa siempre cuenta con practicantes en sus diferentes áreas de trabajo. Todo esto clasifica a KAR & MA S.A.C como una empresa mediana. Conforme a la siguiente tabla la empresa tiene su personal distribuido de la siguiente manera:

Tabla 7: Factor humano de la empresa KAR & MA S.A.C.

Área de trabajo	Número de trabajadores	Nivel de estudios	Sueldo (S/.)
Gerencia	1	Administradora	2 000
Contabilidad	1	Contador	1 800
Ventas	1	Administradora	1 800
Producción	2	Técnicos	1 200
Envasado	4	Secundaria	800

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Área de trabajo	Número de trabajadores	Nivel de estudios	Sueldo (S/.)
Calidad	1	Microbiólogo	1 600
Mecánica y electricidad	1	Técnico	1 200
Mantenimiento	4	Practicantes	700
Recepción y Carga	10	Estibadores	700

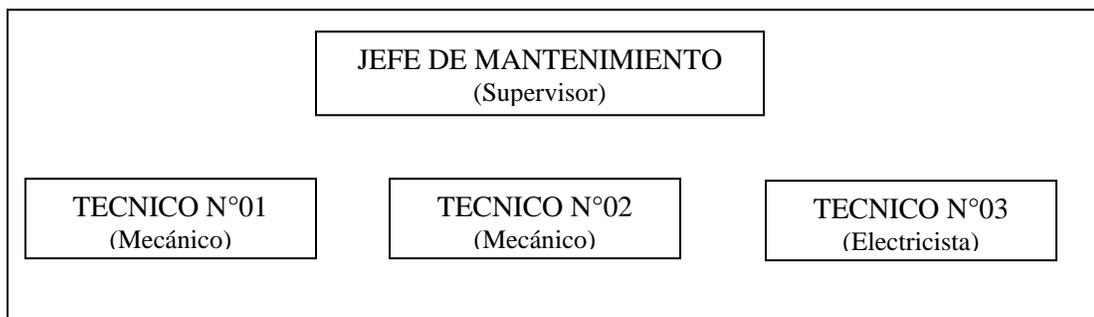
Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Cabe resaltar que el pago por lo general se realiza quincenalmente a todos los trabajadores. A Exención de los estibadores que se le paga dependiendo de la cantidad de sacos que carguen. La empresa Kar & Ma S.A.C solamente tiene 3 estibadores fijos a los cuales les pagan S/ 50/ diarios. Los otros 7 trabajan por destajo. Pero en promedio el sueldo total de los 10 estibadores fluctúa entre S/1 200 soles cada uno.

3.1.7 DESCRIPCIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO

Según fuente de la empresa. El área de Mantenimiento está ubicada al costado de producción, donde el personal se encarga de las actividades de mantenimientos de las máquinas utilizadas para la producción, con el fin de mantenerlos en continuo funcionamiento. Para la ejecución de los trabajos mecánicos, cuenta con 4 personas el jefe (mecánico maestro) y tres técnicos encargados de ejecutar las órdenes dadas. El mecánico maestro no tiene estudios superiores, cuenta con experiencia, ya que lleva tiempo trabajando en dicha área, la falta de un especialista ha ocasionado que esta área este desorganizada en la aplicación del mantenimiento a las máquinas, no cuentan con un cronograma ni un plan de mantenimiento. El mantenimiento realizado por el personal, por lo general es un mantenimiento correctivo que consiste en hacer la reparación de la máquina cuando ésta sufre algún desperfecto o falla. En la Figura N°04, se muestra el organigrama del área de mantenimiento, esta ordenado de acuerdo a la jerarquía de los trabajadores.

Figura 9: Organigrama del área de mantenimiento



Fuente: Empresa Kar & Ma .S.A.C

3.1.8 MAQUINARIA

Existe un mantenimiento global de las máquinas los días fines de semana cada 15 días. Así mismo durante la jornada laboral se hacen labores de limpieza, lubricación o verificación de aquellas máquinas industriales que necesiten de una parada dentro del proceso productivo, para su mantenimiento planificado. También existen paradas que no están planificadas, las cuáles ocasiona un mayor tiempo de paradas (con las cuales la empresa se ha acostumbrado a trabajar viéndolo como parte normal del trabajo para la producción de la sal).

La empresa cuenta con maquinaria nacional y brasileña en donde procesa la sal proveniente de las minas para producir sal yodada para consumo humano, la cual se muestra a continuación:

Tabla 8: Máquinas y equipos de la empresa Kar & Ma S.A.C.

Máquinas	Etapas	HP	Voltaje	Tiempo de adquisición
Molino N°01	Molienda	30 Hp	380 V	Setiembre del 2014
Molino N°02	Molienda	30 Hp	380 V	Diciembre del 2014
Secador N°01	Secado	7,5 Hp	380 V	Noviembre del 2014
Secador N°02	Secado	7,5 Hp	380 V	Abril del 2016
Enfriador N°01	Enfriado	7,5 Hp	380 V	noviembre del 2014
Tamizado	Zarandeo	2,5 Hp	380 V	noviembre del 2014
Elevador de cangilones	Almacenado	2,5 Hp	380 V	Noviembre del 2014
Empaquetadora N°01	Empaquetado	2 Hp	380 V	Enero del 2015
Empaquetadora N°02	Empaquetado	2 Hp	380 V	Enero del 2015

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

3.1.8.1. Equipos y herramientas del taller de mantenimiento

La empresa Kar & Ma S.A.C Cuenta varias herramientas y equipos para poder hacer más fácil sus labores de mantenimiento. Entre los equipos que se han identificado se encuentran los siguientes:

Tabla 9: Equipos y herramientas del área de mantenimiento

N°	Equipos	Estado
1	Equipo de soldar con electrodo	Operable - Equipo reparado
1	Amoladora manual	Falta la protector del disco
1	Esmeril de mesa	Falta protector del disco
1	Taladradora de mesa	Operativo
1	Multitester digital	Operativo
N°	Herramientas	Estado
1	Set de llaves combinada Bahco	Regular
1	Set de llaves Allen	Regular
1	Set de destornilladores	Regular
2	Llaves francesas fijas 5/8, 3/4, 1/2 Llaves ajustables francesas	Optimo
1	Llaves de dinamometría con juego de dados	Optimo
1	Bernier	Optimo
1	Set de discos de corte	Optimo
1	Regla de metal grande	Optimo
1	Rotuladores de soldadura	Optimo
2	Martillos de goma	Optimo
1	Martillo	Optimo
2	Comba	Regular
1	Caja de herramientas	Optimo
3	Extractor para rodamientos (Pequeño, mediano y grande)	Regular
N°	Implemento de seguridad	Estado
20	Careta de soldar	Regular
3	Lentes para esmerilar	En buen estado
10	Par de guantes	Deteriorados por el uso
-	Protector nasal (mascarilla)	Inadecuado para el proceso

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

3.1.9 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Para el diagnóstico inicial se ha evaluado el tiempo total empleado en darle el mantenimiento correspondiente a cada máquina de la línea de producción de sal seca, el número de fallas y costo de reparación total que incluye repuestos y mano de obra.

Tabla 10: Registro del tiempo empleado en mantenimiento, el número de fallas y el costo total de mantenimiento en el semestre 2017 - I

SEMESTRE 2017-I			
MÁQUINAS	Tiempo empleado en mantenimiento (Horas)	Número de fallas	Costos de reparación (Soles)
Transportador de tornillo Sin fin 4	86,5	8	2 385
Empaquetadora 2	61,465	7	1 780
empaquetadora 1	52,144	10	1 345
Zaranda	50,15	9	1 400
Molino 1	46,295	16	1 000
cangilones	42,1	10	870
Transportador de tornillo Sin fin 2	16	6	800
Transportador de tornillo Sin fin 3	15	8	890
cilindro 1	15	13	450
Molino 2	14,5	10	110
Transportador de tornillo Sin fin 1	14,5	11	950
cilindro 2	13	14	170
enfriador	11	12	960
Total	437,654		15 348

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 del diagnóstico, conforme a los costos y a las horas que estas reparaciones demandan. Nos podemos dar cuenta que el número fallas así sea elevado no tiene tanto impacto como como el tiempo empleado en mantenimiento o los costos de reparación. Por eso el número de fallas es irrelevante. Centrándose principalmente en las horas de reparación y los costos que ellos representa.

A continuación realizare un diagrama de Pareto para poder identificar cuáles son las principales maquinas que más tiempo demandan en repararlas y que suman problemas en otras máquinas. Según el diagrama de Pareto si les damos solución a estas “pocas vitales” le estaremos dando solución al otro 80 % “muchas triviales.

Tabla 11: Tabla de frecuencia para la elaboración del gráfico de Pareto

Para poder realizar la tabla N°11 hemos partido de la tabla N°10 tomando como frecuencia al número de horas empleadas en mantenimiento. Una vez que se ordenan los datos de la frecuencia de forma descendente, se hace el acumulado de la frecuencia hasta que la última máquina de la sumatoria total de la columna de frecuencia. Después se hace el porcentaje dividiendo el acumulado de cada máquina entre el total. Hacemos lo mismo en cada una de las máquinas hasta que la última nos de 1. La cuarta columna es la de 80-20 que es el porcentaje que nos va a poder ayudar a visualizar mejor nuestro gráfico mostrándose como una línea horizontal en el 80 % conforme a la figura

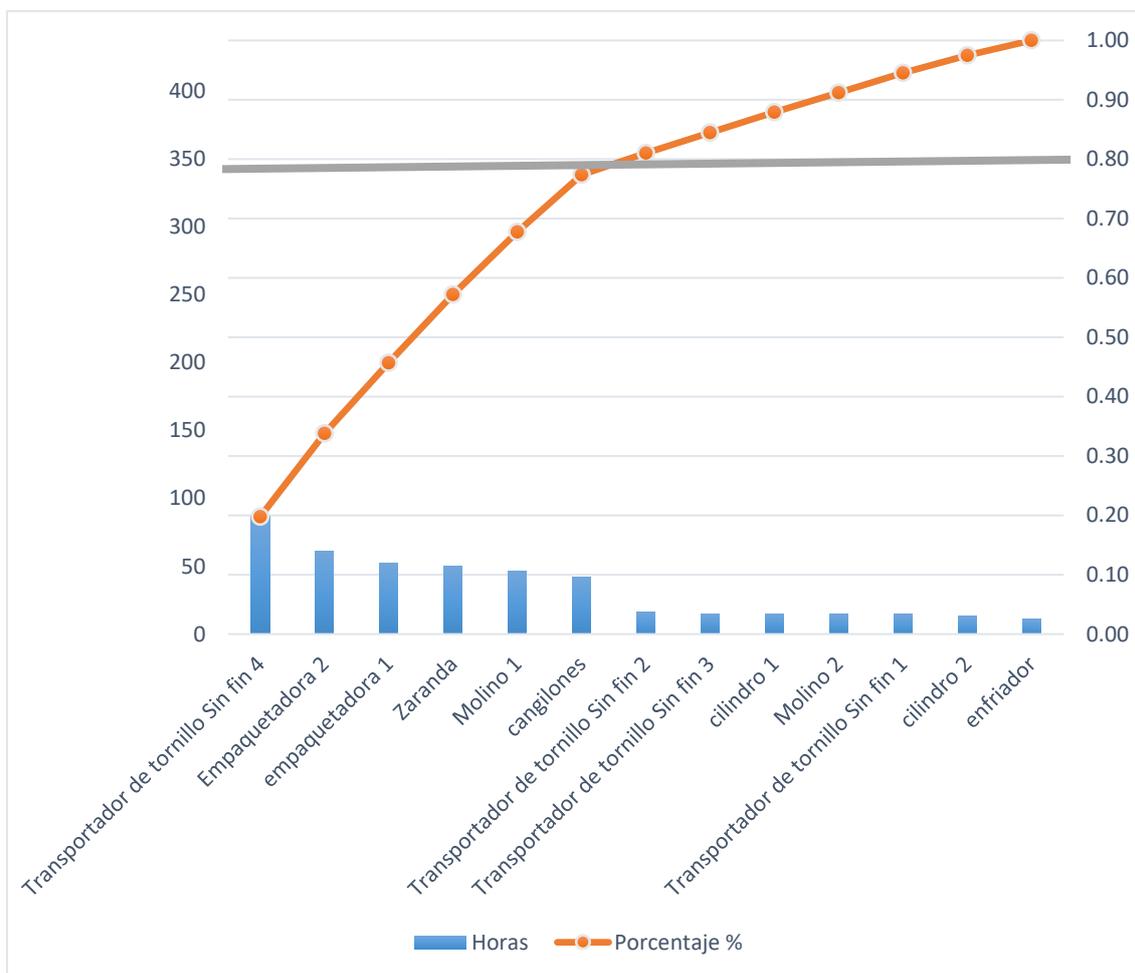
Máquina	Frecuencia (Horas)	Porcentaje %	Acumulado	80 - 20
Transportador de tornillo Sin fin 4	86,5	0,20	86,50	80%
Empaquetadora 2	61,465	0,34	147,97	80%
empaquetadora 1	52,144	0,46	200,11	80%
Zaranda	50,15	0,57	250,26	80%
Molino 1	46,295	0,68	296,55	80%
cangilones	42,1	0,77	338,65	80%
Transportador de tornillo Sin fin 2	16	0,81	354,65	80%
Transportador de tornillo Sin fin 3	15	0,84	369,65	80%
cilindro 1	15	0,88	384,65	80%
Molino 2	14,5	0,91	399,15	80%
Transportador de tornillo Sin fin 1	14,5	0,95	413,65	80%
cilindro 2	13	0,97	426,65	80%
enfriador	11	1,00	437,65	80%
TOTAL	437,654			

Fuente: Elaboración propia

La figura Número 10 muestra los equipos, de mayor a menor, que más horas a empleado en realizar el mantenimiento conforme a las fallas que se han presentado en todo el semestre evaluado. En total las 13 máquinas suman 437,654 horas empleadas en mantenimiento en todo el semestre.

Para poder realizar el diagrama de Pareto se utilizara la tabla número 11. Conforme a esta tabla obtendremos una gráfica de barras de forma descendente, una frecuencia acumulada ascendente y una línea horizontal que representara el porcentaje y nos ayudara a visualizar mejor nuestra gráfica. En esta gráfica podremos hallar los principales equipos que representan la mayoría cantidad de problemas dentro del proceso productivo. Según la teoría y se damos solución a estos equipos que se encuentran dentro del 20 % le estaremos dando solución al otro 80 % indirectamente.

Figura 10: Grafica de Pareto identificando las maquinas que representan el mayor tiempo (horas) invertido por mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico número 10 se identifica las máquinas que mayor tiempo de mantenimiento se emplea en ellas. Convirtiéndose así en nuestras máquinas de mayor prioridad y en las cuales nos centraremos para poder darles solución. Ya que mediante la gráfica hemos colocado **los pocos que son vitales a la izquierda y los muchos triviales a la derecha**. Nuestras máquinas de mayor prioridad serán el transportador de tornillo sin fin 4, la empaquetadora 2, la empaquetadora 1, la zaranda, el molino 1 y los cangilones. Conforme a la gráfica estas se encuentran dentro de nuestro 20%. Y recordando: El 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos y rebotes internos del pronosticado.

Así como se genera un número de horas empleadas en darle solución a estas fallas y un costo de mantenimiento por las mismas. Todas estas horas que se emplean en darle solución a las fallas representan una pérdida no solo por el costo de mantenimiento sino también por el impacto a la producción que en otras palabras es el dinero que la empresa deja de percibir por estar empleando tiempo de la producción en reparar sus máquinas.

En la tabla número 12 veremos el impacto a la producción. En otras palabras lo que la empresa deja de ganar por emplear esos 437,654 horas en reparar sus máquinas. Dejando de producir paquetes sal. Equivaliendo un total de 22 156 kilogramo representando un total de 66 468,6 soles que la empresa deja de percibir por horas empleadas en la reparación de sus máquinas.

Tabla 12: Impacto a la producción

Total de tiempo empleado en la reparación de las máquinas (horas)	Cantidad de paquetes (Kg)	Marguen de contribución (S/.)
437,654	22 156,2	35 449,2

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la cantidad de paquetes que dejan de producir se dividió el tiempo empleado en la reparación (437,654 horas) entre 10 horas. Ya que se trabaja 10 horas diarias. Luego lo multiplicamos por 900 paquetes. Que viene a ser el promedio de paquetes que se produce diariamente, según datos de la empresa. De este conjunto de operaciones matemáticas simples resulta que la cantidad de paquetes que la empresa está dejando de producir es de 39 388 paquetes. Según la investigación nos centraremos en la sal "Salina" de 1/2 kilogramo, por la gran demanda y por es uno de los productos de la línea automatizada que recorre por todas las máquinas que hemos evaluado. En promedio por paquete de sal "Salina" de 1/2 kilogramo se está ganando un marginal de contribución de S/0.90 soles. Por lo cual finalmente multiplicamos los 39 388.86 paquetes por 0.9 soles. En conclusión la empresa deja de percibir S/ 35 449,2 soles por el tiempo que no trabajan las máquinas debido a que están siendo reparadas dentro de jornada laboral

3.1.9.1 FRECUENCIA Y COSTOS DE LAS FALLAS

Para el diagnostico de las fallas se realizó una evaluación del proceso productivo para identificar que ocasiona las paradas y perjudica así al programa de producción establecido. Para esto se recurrió a la data histórica de un semestre (de enero a junio del 2017). Debido a que en estos meses la producción ha sido constante y las maquinas no han variado. A si mismo los formatos de mantenimiento se pusieron al día desde entonces. Por lo que se puede tener una mayor seguridad a la hora de calcular las fallas y los indicadores respectivamente.

A continuación se procede a colocar el tiempo empleado de mantenimiento correctivo en horas por máquina. Así mismo todos los costos de respuestas, costos de mano de obra, como un costo total. Toda esta información de las máquinas que más impacto tienen en la línea de producción, según Pareto de la figura N° 10.

Tabla 13: Frecuencia de fallas semestrales del transportador de tornillo sin fin N° 04

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Sub- equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (horas)	Tiempo muerto (horas)	frecuencia
Motor	Vibraciones anormales del proceso determinado mediante observación	Rodamientos dañados (Rodamiento tipo brida con 4 agujeros de fijación. Código: UC 211)	8,7	13	2
Elementos de acoplamiento	Presencia de acumulación de sal, desubicándolo de su posición	Elementos de acoplamiento obstruidos -Tornillos 3/8'' (4unid.) -Ejes 3/16'' (4 unid.) -Tuercas 3/8'' (4 unid.)	1,6	2,4	5
Sin fin	Reducción de la velocidad de giro posterior paralización del equipo	Engranajes desgastados por lubricación inadecuada (Chumaceras F211 tipo brida con 4 agujeros de fijación)	4,7	7	2

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Tabla 14: Costos de fallas del transportador de tornillo sin fin N° 04

Sub- equipo	Repuesto	frecuencia	unidades	S/
Motor	Rodamiento tipo brida de t pared. Referencial UC 211	2	unidad	530
Elementos de acoplamiento	Elementos de acoplamiento -Tornillos 10 mm (4unid.) - Ejes 5 cm (4 unid.) -Tuercas 10 mm (4 unid.)	1	unidad	265
Sin fin	Piñón de 3 pulgadas	2	unidad	530
Sin fin	Eje del tornillo sin fin	1	unidad	265
Sin fin	Chumaceras F211 tipo brida con 4 agujeros de fijación	1	unidad	265
Sin fin	Chumaceras F211 tipo brida con 4 agujeros de fijación	2	unidad	530
Sin fin	-	2	unidad	-
TOTAL				2 385

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

En la siguiente tabla teniendo en cuenta que un operario gana S/ 1 200 soles al mes hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 5,77 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en las reparaciones. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 15: Costo de mano de obra del tranpostador de tornillo Sin fin N° 04

Sub - equipo	Modo de falla	Tiempo de reparación (h)	Número de técnicos	S/
Motor	Rodamientos dañados	17,3	2	159,69
Elementos de acoplamiento	Elementos de acoplamiento desalineados, mellados y desgastados	8	2	73,46
Sin fin	Engranajes desgastados por lubricación inadecuada	9,3	2	83,23
TOTAL				319,38

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 16: costos totales del equipo transportador de tornillo sin fin N° 04

La tabla 15 es una tabla resumen de las tablas 13 y 14. Mostrando así el costo total.

	Total (S/)
Costo de Repuestos	2 385
Costos de mano de obra	319,38
Total (S/)	2 704,384

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A

Tabla 17: Frecuencia de fallas semestral de los molinos N° 1

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (horas)	Tiempo muerto (horas)	Frecuencia
Molino 1	Deficiencias en la molienda de sal (Granulometría > promedio)	Desgaste Martillos de la caja (Cabeza de 45 martillos)	4,94	2	2
Molino 1	Ruido excesivo del motor, impide el paso de la sal por el molino	Torcedura de Criba (Criba de 8 mm)	2,59	0,5	3
Molino 1	Sobreesfuerzo del motor por obstrucción de la sal en caja de martillos	Martillos de molienda inservibles	20,15	3	1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 18: Costo de fallas en los equipos para molienda N° 1

Equipo	Repuesto	frecuencia	unidades	S/
Molino 1	Juegos de martillos para caja de 35 Hp	1	Unidad	250
Molino 1	Criba de 8 mm para motor de 35 Hp	2	Unidades	-
Molino 1	Ejes de martillos para caja de 35 Hp	1	Unidad	75
Molino 1	Chumaceras (6212)	1	Unidad	125
Molino 2	Juegos de martillos para caja de 35 Hp	1	Unidad	250
Molino 2	Chumaceras (6212)	1	Unidad	450
Molino 2	Criba de 8 mm para motor de 35 Hp	2	Unidades	-
Molino 2	Actividades, como: - Desmontaje - Cambio de rodaje - Limpieza con solvente - Barnizado - Pintado - Montaje	1	unidad	250
TOTAL				1 400

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

En la siguiente tabla teniendo en cuenta que un operario gana S/ 1 200 soles al mes hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 5,77 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en las reparaciones. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 19: Costo de mano de obra de equipos para molienda N° 1

Equipo	Modo de falla	Tiempo de reparación (h)	Número de técnicos	S/
Molino 1	Desgaste Martillos de la caja (Cabeza de 45 martillos)	9,9	2	114,246
Molino 1	Torcedura de Criba (Criba de 8 mm)	7,8	1	35,958
Molino 1	Martillos de molienda inservibles	23,15	2	213,443
TOTAL				366,65

Tabla 20: costos totales de equipos para molienda N° 1

La tabla 20 es una tabla resumen de las tablas 18 y 19. Mostrando así el costo total.

	Total (S/)
Costo de Repuestos	1 400
Costos de mano de obra	366,65
Total (S/)	1763,647

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 21: Frecuencia de fallas semestral del equipo de zarandeo

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (Horas)	Tiempo muerto (Horas)	frecuencia
zaranda	Paralización de la máquina	Ruptura de la faja	6,5	1	2
zaranda	Aumento en la granulometría de la sal	Obstrucción de la maya de la zaranda Maya acero inoxidable 240 x 80 mm	2	4,7	3
Zaranda	Bajo rendimiento del motor. Según opinión de expertos	Perdida de la película de barniz del rebobinado del motor	4,5	10,5	1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 22: Costos de fallas del equipo de zarandeo

Equipo	Repuesto	Frecuencia	unidad	S/
Zaranda	Maya acero inoxidable 240 x 80 mm	2	unidad	500
Zaranda	Reemplazo	1	unidad	1000
Zaranda	-	4	unidad	450
Zaranda	6 pernos de 8 mm	2	8 unidades	48
zaranda	motor # 6312-6212	2	unidad	530
zaranda	Faja trapezoidal B84	2	unidad	50
zaranda	Maya acero inoxidable 240 x 80 mm	5	unidad	-
Zaranda	Desmontaje y barnizado del rebobinado	1	unidad	200
TOTAL				2 778

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

En la siguiente tabla teniendo en cuenta que un operario gana S/ 1 200 soles al mes hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 5,77 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en las reparaciones. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 23: Costo de mano de obra del equipo de zarandeo

Equipo	Modo de falla	Tiempo de reparación (h)	Número de técnicos	S/
zaranda	Ruptura de la faja central	13,0	1	59,93
zaranda	Obstrucción de la maya de la zaranda	20,1	2	185,32
Zaranda	Perdida de la película de barniz del rebobinado del motor	4,5	2	41,49
TOTAL				286,74

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 24: Costos totales del equipo de zarandeo

La tabla 24 es una tabla resumen de las tablas 22 y 23. Mostrando así el costo total.

	Total (S/)
Costo de Repuestos	2 778
Costos de mano de obra	286,74
Total (S/)	3 064,74

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 25: Frecuencia de fallas semestrales en el elevador de cangilones

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Sub-Equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (Horas)	Tiempo muerto (Horas)	frecuencia
Elevador	Acumulación de sal y presencia de ruido anormales según observación de expertos (técnico encargado)	Obstrucción de los cangilones	4,21	1	3
Motor	Desalineamiento	Poleas desalineadas	6,3	0,5	1
Elevador	Paralización de la máquina	Faja rota (Faja B89)	12,6	1	1
Tambor de accionamiento	Vibraciones anormales del proceso determinado mediante observación	Tambor de reenvió flojo	10,5	1	1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Tabla 26: Costos de fallas del elevador de cangilones

Sub-Equipo	Repuesto	frecuencia	unidades	S/
Motor	Faja B89	4	unidades	-
Motor	Faja B89	2	unidades	105
Faja principal	faja de 12 m	1	unidad	300
Faja principal	faja de 12 m	1	unida	900
Cadena del elevador	Cadena de 3/4	1	unidad	-
Cangilones	20 cm c x 10cm	2	5 unidades	375
parte baja	Acero inoxidable, 2 electrodos AWS 6010	2	unidades	100
TOTAL				1 780

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

En la siguiente tabla teniendo en cuenta que un operario gana S/ 1 200 soles al mes hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 5,77 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en las reparaciones. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 27: Costo de mano de obra del elevador de cangilones

Sub-Equipo	Modo de falla	Tiempo de reparación (h)	Número de técnicos	S/
Elevador	Obstrucción de los cangilones	12,6	1	58,1
Motor	Poleas desalineadas	6,3	1	29
Elevador	Faja rota (Faja B89)	12,6	1	58,1
Tambor de accionamiento	Tambor de reenvió flojo	10,5	2	96,81

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Tabla 28: Costos totales del elevador de cangilones

La tabla 28 es una tabla resumen de las tablas 26 y 27. Mostrando así el costo total.

	Total (S/)
Costo de Repuestos	1 780
Costos de mano de obra	154,281
Total (S/)	1 542,1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 29: Frecuencia de fallas semestral de la empaquetadora N° 1

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (Horas)	Tiempo muerto (Horas)	Frecuencia
Empaquetadora N° 1	Falta de abastecimiento de sal al dosificador	Embudo de depósito Obstruido, constante apelmazamiento en boquilla de dosificador	1	1	3
Empaquetadora N° 1	Mal sellado de las bolsas	Resistencia/mordaza Quemada (Resistencia chata de níquel-cromo)	0,5	1	2
Empaquetadora N° 1	Mal sellado de las bolsas	Ejes/Mordaza Rotos	2	1	2
Empaquetadora N° 1	Faja fuera de control	Contactador/faja quemado	1	1	3
Empaquetadora N° 1	Mal sellado de las bolsas	Cable/ Sellado horizontal Roto	2	0,5	3
Empaquetadora N° 1	Ruidos de fuga de aire por el eje de la empaquetadura	Cilindros neumáticos Desgastados (Cambio total. Eje y sellos. 1 día espera)	2	4,4	1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Tabla 30:Frecuencia de fallas semestral de la empaquetadora N° 2

En la siguiente tabla se muestra el modo de falla (La causa), la falla funcional (El efecto), el tiempo de reparación que es el tiempo que trabaja en darle solución a la falla. El tiempo muerto es el tiempo que se muestra como muerto antes de mostrar su respuesta ya se por la espera a que llegue el técnico encargado, los repuestos que recién se están comprando o la espera a la orden del Jefe. Finalmente la frecuencia que viene a ser las veces que ocurre el mismo problema en el periodo de evaluación.

Equipo	Falla funcional	Modo de falla	Tiempo de reparación (Horas)	Tiempo muerto (Horas)	Frecuencia
Empaquetadora N° 2	Vibraciones anormales del dosificador rotatorio y apelmazamiento de sal	Dosificador rotatorio Desalineado	2	10	3
Empaquetadora N° 2	Mal sellado de las bolsas	Mordaza Desalineada	1,5	0,5	4
Empaquetadora N° 2	Bobina de plástico rota	Resistencia de las bobinas quemadas	1	1	1
Empaquetadora N° 2	Sobrecalentamiento del motor	Perdida del aislamiento (barniz) del rebobinado	4,5	10,5	1

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 31: Costo de fallas de obra de Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2

Muestran los repuestos que se han empleado en semestre de evaluación para poder darle solución a las diferentes fallas tanto en la empaquetadora 1 como en la empaquetadora 2

Equipo	Repuesto	frecuencia	unidades	S/
Empaquetadora N° 1	Embudo de depósito	4	unidades	-
Empaquetadora N° 1	Resistencia/mordaza	3	unidades	15
Empaquetadora N° 1	Ejes/Mordaza	3	unidades	60
Empaquetadora N° 1	Contactora/faja	1	u unidades	15
Empaquetadora N° 1	Cable/ Sellado horizontal	2	unidades	10
Empaquetadora N° 1	Cilindros neumáticos	1	unidades	450
Empaquetadora N° 1	Dosificador rotatorio	1	unidades	-
Empaquetadora N° 1	Actividades como: - Desmontaje - Cambio de rodaje - Barnizado - Pintado - Montaje	1	unidad	450
Empaquetadora N° 2	Dosificador rotatorio	1	unidad	500
Empaquetadora N° 2	resistencia quemada	4	unidades	-
Empaquetadora N° 2	Mordaza	2	unidades	200
Empaquetadora N° 2	Cilindros neumáticos	1	unidad	250
Empaquetadora N° 2	Actividades como: - Desmontaje - Cambio de rodaje - Barnizado - Pintado - Montaje	1	unidad	450
TOTAL				2 400

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

A continuación se calculara el costo de mano de obra:

En la en la tabla N°32 teniendo en cuenta que un operario gana S/ 1 200 soles al mes hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 5,77 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en las reparaciones. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 32: Costo de mano de obra de Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2

Equipo	Modo de falla		Tiempo de reparación (h)	Número de técnicos	S/
Empaquetadora N° 1	Embudo de depósito	Obstruido	0,25	1	1,44
Empaquetadora N° 1	Resistencia/mordaza	Quemada	0,33	1	1,92
Empaquetadora N° 1	Ejes/Mordaza	Rotos	0,45	1	2,60
Empaquetadora N° 1	Contactador/faja	quemado	0,33	1	1,92
Empaquetadora N° 1	Cable/ Sellado horizontal	Roto	0,33	1	1,92
Empaquetadora N° 1	Cilindros neumáticos	Desgastados	6	2	69,23
Empaquetadora N° 1	Dosificador rotatorio	Desalineado	5	2	57,69
Empaquetadora N° 2	Embudo de depósito	Atascado	0,25	1	1,44
Empaquetadora N° 1	motor principal	Sobrecalentamiento	2,5	1	14,42
Empaquetadora N° 2	Dosificador rotatorio	Desalineado	5	2	57,69
Empaquetadora N° 2	Bobina plástica	roto	0,5	1	2,88
Empaquetadora N° 2	Mordaza	Desalineada	2,5	1	14,42
Empaquetadora N° 2	Cilindros neumáticos	Desgastados	8	3	138,46
Empaquetadora N° 2	motor principal	Sobrecalentamiento	2,5	1	14,42
TOTAL					380,48

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

En la tabla número 33 observamos en el total de los costos de repuestos y de mano de obra involucrados tanto en la empaquetadora 1 como en la empaquetadora 2 dando un total de 1 726 soles.

Tabla 33: Costos totales de las Máquina empaquetadora N° 1 y N° 2

	Empaquetadora 1 Total (S/)	Empaquetadora 2 Total (S/)	TOTAL
Costo de Repuestos	495	850	1 345
Costos de mano de obra	151,15	229,33	380,481
Total (S/)	646,15	1 079,33	1 725,48

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.

3.1.8 ANÁLISIS DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO INICIALES

Para la recolección de los datos se elaboró unos formatos en el cual el operario indica la fecha, el tipo de mantenimiento que se está realizando y si pertenece a un sistema mecánico o eléctrico ya sea el caso. Además de la hora de inicio y fin del mantenimiento, ya que es un dato muy importante para poder tomar tiempos y determinar cuánto tiempo demanda este acto. Así mismo como la falla, causa y la solución, y su respectivo responsable:

Figura 11: Control de mantenimiento correctivo/ preventivo de las máquinas de la planta Kar & Ma S.A.C.



MÁQUINA: Maquina automatizada N°01

FECHA	SISTEMA		MANT.		HORA		DESCRIPCIÓN			EJECUTOR
	M	E	C	P	Inicio	Fin	Falla	Causa	Solución	
16/09/2016	X		X		09:00	09:27	Mal sellado de las bolsas	Ejes de la mordaza rotos	Soldar el eje de la mordaza	Sergio
29/09/2016		X	X		17:00	17:20	Moto paralizado	Contactor de la faja quemado	Cambio de contactor	Sergio
30/09/2016		X	X		07:30	09:30	No sostenia las bolsas	Desalineamiento de la mordaza	Se retiro y alineo en maestranza	Sergio

Observación: Marca con una (x) el tipo de sistema y mantenimiento que se realiza

M: Mecánico

E: Electrico

C: Correctivo

P: Preventivo

Personal ejecutor

Responsable de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

El siguiente formato está diseñado para el control de sellado de las bolsas. El cual es llenado con la información de las maquinas automatizadas, toda esta información es almacenada, en paquetes, bolsas por unidad y en porcentaje de bolsas mal selladas, y en selladas herméticamente. Para el cálculo de los indicadores se utilizaron los registros de los meses de enero (Anexo N° 2), febrero (Anexo N° 3), marzo (Anexo N°4), abril (Anexo N°5), respectivamente.

Figura 12: Control del sellado de las bolsas

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)						
CÓDIGO: RG-BPM-CPRODUC 002								
MES: _____								
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.								
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kg)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE	
					Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
1	01/06/16							
2	02/06/16							
3	03/06/16							
4	04/06/16							
5	05/06/16							
6	06/06/16							
7	07/06/16							
8	08/06/16							
9	09/06/16							
10	10/06/16							
11	11/06/16							
12	12/06/16							
13	13/06/16							
14	14/06/16							
15	15/06/16							
16	16/06/16							
17	17/06/16							
18	18/06/16							
TOTALES:								
PERSONAL EJECUTOR				RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				

3.1.8.1 CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Para poder determinar los indicadores de eficiencia y tener una mayor exactitud con los datos se ha calculado los indicadores de disponibilidad, rendimiento, calidad y los OEE de los meses de Enero a Junio del 2017 (Semestre 2017 - I). Por el motivo que en que en estos meses es donde la producción ha tenido mayor frecuencia de trabajo y se ha adaptado a los recientes cambios realizados al sistema de producción, pudiendo tener una mayor certeza al momento de medir los indicadores. Contando también con los registros que respaldan dicha información El tiempo planificado para producir en los cuadros de producción de cada mes, son las horas con las que cuenta la empresa en total, sin realizar ninguna actividad en lo absoluto. Para poder calcularlas se determinó primero los días trabajados en el mes, multiplicados por las horas que se labora en la empresa 10 horas (7:00 am – 5:00 pm); para poder hallar la disponibilidad, rendimiento y calidad se aplico las formulas conforme al apartado 2.2.4.

Tabla 34: Producción del mes de enero 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
270 Horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
206,24 Horas	76,38%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
152,97 Horas	74,17%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
150,72 Horas	98,53%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de enero la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 43,75 horas y el tiempo de preparación de 20 horas (10 horas por feriado y 10 horas de mantenimiento programado). Restando 270 horas menos 63,75 horas (43,75 horas + 20 horas) obtenemos 206.24 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir (206,24 horas/270 horas = 0,7638)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 53,26 horas en el mes de enero. Por lo que al restar 206, 24 horas – 53,26 horas nos da un total de 152,97 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo (152,97 horas/206,24 horas=0,7417).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,53%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En enero la producción de total bolsas de sal fue de 914 680 bolsas. De la cual la producción valida fue de 901 200 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 13 480 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (901 200 bolsas dividido entre 914 680 bolsas) obteniendo un índice del 0,9853. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,47% como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 35: Producción del mes de febrero del 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
270 horas	
Tiempo operativo (B)	
167,469 horas	
DISPONIBILIDAD	
62,03%	
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
101,935 horas	60,87%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
100,60 horas	98,69%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de febrero la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 87,53 horas y el tiempo de preparación de 15 horas (5 horas por medio día y 10 horas de mantenimiento programado). Restando 270 horas menos 102,53 horas (87,53 horas + 15 horas) obtenemos 167,46 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($167,46 \text{ horas} / 270 \text{ horas} = 0,6203$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 65,53 horas en el mes de febrero. Por lo que al restar 167,469 horas – 65,52 horas nos da un total de 101,935 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($101,935 \text{ horas} / 167,469 \text{ horas} = 0,6087$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,69%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En febrero la producción de total bolsas de sal fue de 749 330 bolsas. De la cual la producción valida fue de 739 550 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 9 780 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (739 550 bolsas dividido entre 749 330bolsas) obteniendo un índice del 0,9869. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,31% como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 36: Producción del mes de marzo del 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
140,59 horas	54,07%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
91,594 horas	65,15%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
90,6045 horas	98,92%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de marzo la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 260 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 109,41 horas y el tiempo de preparación de 10 horas (10 horas de mantenimiento programado). Restando 260 horas menos 119,41 horas (109,41 horas + 10 horas) obtenemos 140,58 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($140,58 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,5407$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 48,99 horas en el mes de marzo. Por lo que al restar 140,58 horas – 48,99 horas nos da un total de 91,594 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($91,594 \text{ horas} / 140,59 \text{ horas} = 0,6515$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,92%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En marzo la producción de total bolsas de sal fue de 770 590 bolsas. De la cual la producción valida fue de 762 250 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 8 340 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas ($762 \text{ 250} \text{ bolsas} / 770 \text{ 590} \text{ bolsas}$) obteniendo un índice del 0,9892. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,08 % como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 37: Producción del mes de abril del 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
152,469 horas	58,64%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
85,128 horas	55,83%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
84,388 horas	99,13%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de abril la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 87,53 horas y el tiempo de preparación de 20 horas (10 horas por feriado y 10 horas de mantenimiento programado). Restando 260 horas menos 107,53horas (87,53 horas + 20 horas) obtenemos 152,469 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($152,469 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,5864$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 67,34 horas en el mes de abril. Por lo que al restar 152,469 horas – 67,34 horas nos da un total de 85,128 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($85,128 \text{ horas} / 152,469 \text{ horas} = 0,5583$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocessados. Obteniendo un indicar de calidad del 99,13%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En abril la producción de total bolsas de sal fue de 658 990 bolsas. De la cual la producción valida fue de 653 250 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 5 740 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas ($653 \text{ 250} \text{ bolsas} / 658 \text{ 990} \text{ bolsas}$) obteniendo un índice del 0,9913. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 0,87 % como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 38: Producción del mes de mayo del 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
174,35 horas	67,06%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
105,39 horas	60,45%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
104,22 horas	98,89%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de mayo la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 260 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 65,64 horas y el tiempo de preparación de 20 horas (10 horas por feriado y 10 horas de mantenimiento programado). Restando 260 horas menos 85,64 horas (65,64 horas + 20 horas) obtenemos 174,35 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($174,35 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,6706$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 68,95 horas en el mes de mayo. Por lo que al restar 174,35 horas – 68,95 horas nos da un total de 105,39 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($105,39 \text{ horas} / 174,35 \text{ horas} = 0,6045$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,89%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En mayo la producción de total bolsas de sal fue de 715 178 bolsas. De la cual la producción valida fue de 707 250 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 7 928 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas ($707 \text{ 250} \text{ bolsas} / 715 \text{ 178} \text{ bolsas}$) obteniendo un índice del 0,9889. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,11 % como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 39: Producción del mes de junio del 2017

Tiempo planificado para producir (A)	
270 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
196,25 horas	72,68%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
136,4546 horas	69,54%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
134,83 horas	98,81%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de junio la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 43,75 horas y el tiempo de preparación de 20 horas (10 horas por feriado y 20 horas de mantenimiento programado). Restando 270 horas menos 73,75 horas (43,75 horas + 30 horas) obtenemos 196,25 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($196,25 \text{ horas} / 270 \text{ horas} = 0,7268$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 59,78 horas en el mes de junio. Por lo que al restar 196,25 horas – 59,78 horas nos da un total de 136,47 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($136,47 \text{ horas} / 196,25 \text{ horas} = 0,6954$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un índice de calidad del 98,81%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

En junio la producción de total bolsas de sal fue de 657 144 bolsas. De la cual la producción valida fue de 649 300 bolas correctamente selladas y la producción rechazada fue de 7 844 bolsas. Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (649 300 bolsas dividido entre 657 144 bolsas) obteniendo un índice del 0,9881. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,19 % como tasa de rechazo por eso la calidad es uno de los puntos fuertes de la empresa.

3.1.8.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS INDICADORES OEE PARA SU RESPECTIVA EVALUACIÓN

El indicador Overall Equipment Efficiency (OEE) comprende 3 indicadores fundamentales en la empresa, para poder medir su eficiencia de trabajo con respecto a la disponibilidad, rendimiento y calidad de trabajo, realizado en el área de producción. Conforme a esto, después de haber realizado el cálculo de los indicadores (3.1.8.1) se ha graficado los resultados de todo el semestre (enero a junio del 2017) para poder realizar su evaluación e interpretación del sistema productivo. Conforme a las tablas número 34, 35, 36, 37, 38 y 39, respectivamente.

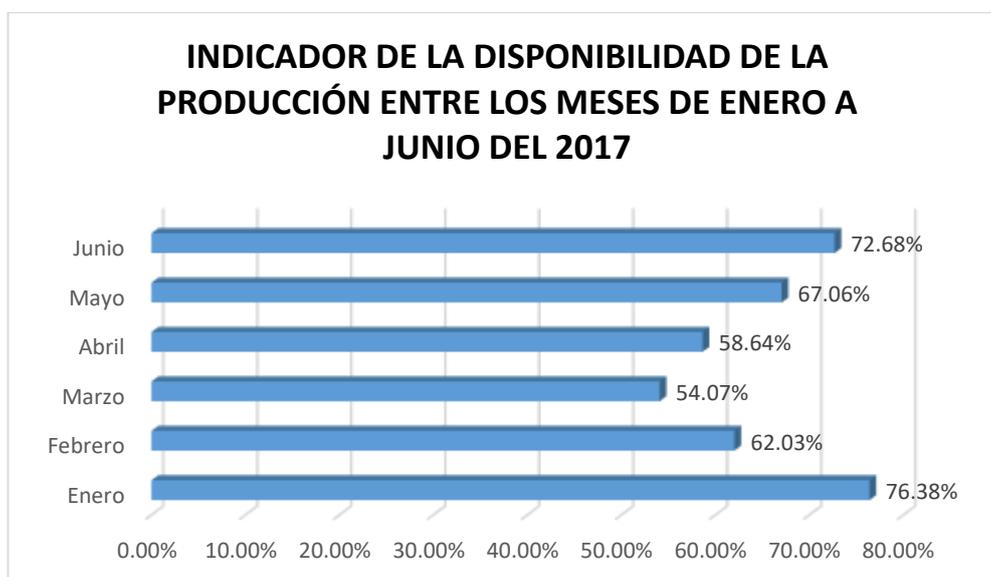


Figura 13: Indicador de la disponibilidad de la producción de enero a julio 2017

Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C.

En la siguiente figura se observa, que en los 6 meses dentro del área de producción de Kar & Ma S.A.C. sólo el mes de noviembre y julio tiene un nivel regular de disponibilidad que sobrepasa el 65%. Los otros 5 meses están por debajo del 65% lo cual representa una producción inaceptable generando pérdidas económicas y muy baja competitividad

En la figura N° 17, conforme a las tablas número 34, 35, 36, 37, 38 y 39 se ha calculado la calidad de la línea de producción de sal seca.

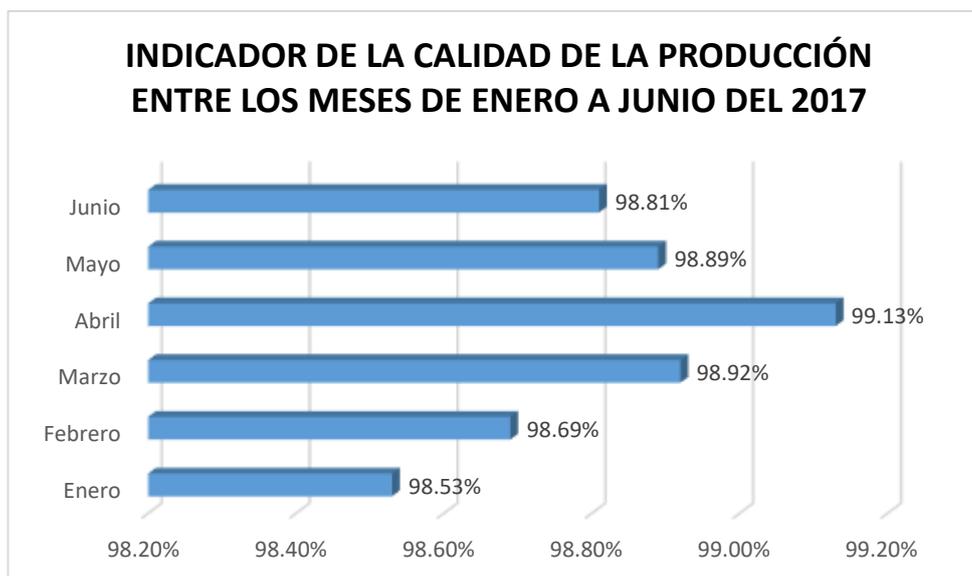


Figura 14: Indicador de la calidad de la producción de enero a julio 2017

Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C.

En la figura número 17 se observa, que en los 6 meses dentro del área de producción de Kar & Ma S.A.C. Los 5 meses se encuentran dentro de los valores de excelencia como para calificar a la calidad de la producción de empresa dentro de los valores mundiales. Con una excelente competitividad.

En la figura N° 18 Conforme a las tablas número 34, 35, 36, 37, 38 y 39 se ha calculado el rendimiento de la línea de producción de sal seca.

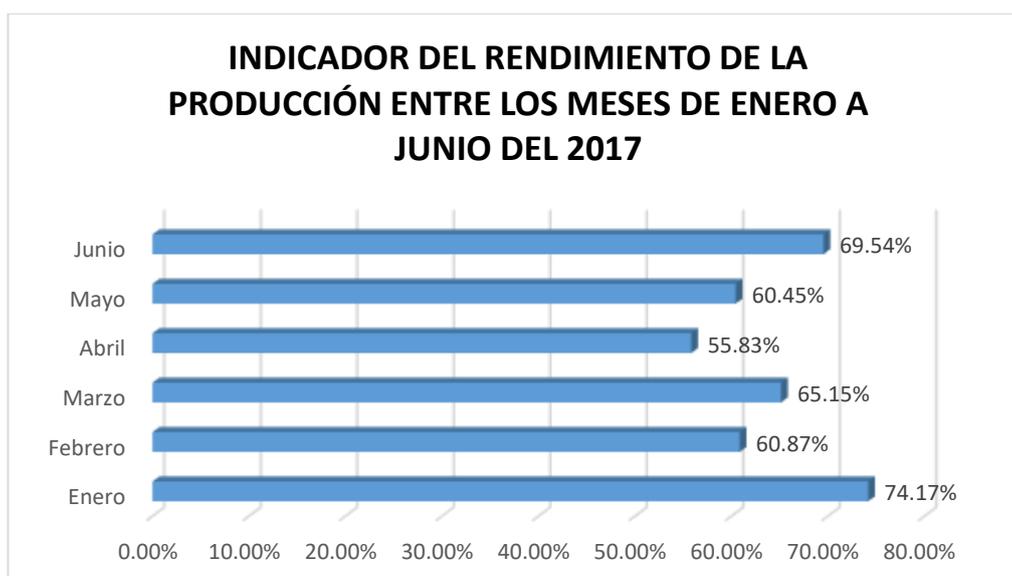


Figura 15: Indicador del rendimiento de la producción de enero a julio de 2017

Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C.

En la figura 18 se observa, que en los 6 meses dentro del área de producción de Kar & Ma S.A.C. sólo el mes de setiembre mantienen un rendimiento regular. Mientras que los otros 5 meses se encuentran con un rendimiento inaceptable. Generando no solo pérdidas de producción, sino también de los costos.

En la figura N° 19 conforme a las tablas número 34, 35, 36, 37, 38 y 39 se ha calculado el indicador OEE de la línea de producción de sal seca.

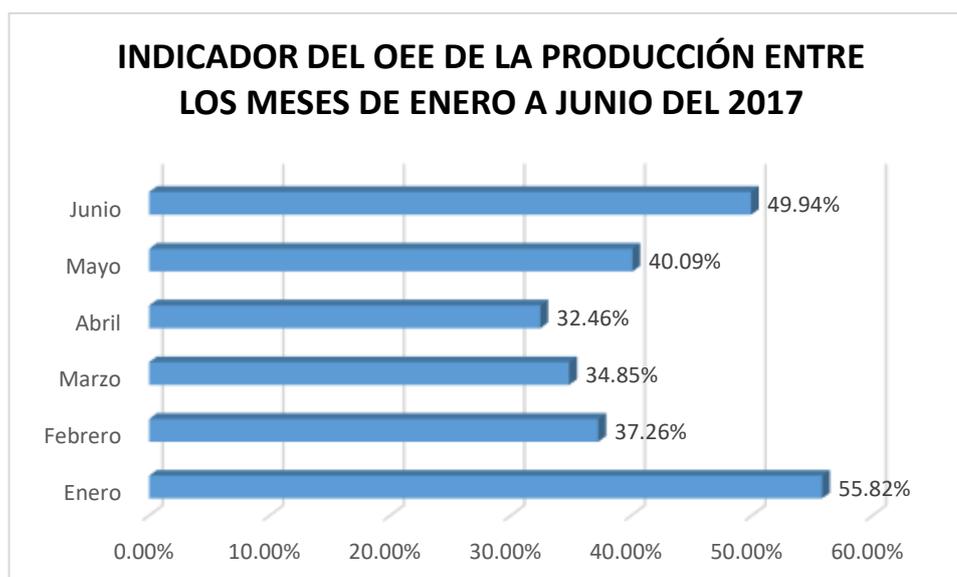


Figura 16: Indicador del OEE de la producción de enero a julio de 2017
Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C.

En la figura 19 se observa, que en los 6 meses dentro del área de producción de Kar & Ma S.A.C. solamente el mes de julio se encuentra dentro de los estándares Aceptable de un indicador OEE, ya que todos los demás están por debajo del 50%. Por lo tanto la empresa presenta una línea de producción inaceptable generando importantes pérdidas económicas y muy baja competitividad.

Así mismo se ha podido realizar una evaluación de la calidad de los productos por años, conforme a los datos de la empresa. Para poder tener un antecedente como es que ha venido trabajando la empresa a lo largo de los años y verificando que la calidad es uno de sus puntos fuertes dentro de la producción sin dejar de lado que el número de productos rechazados es mínimo en relación a las bolsas sellados herméticamente correcto.

Por lo que el indicador de calidad tiene valores por encima del 95%.

A continuación analizaremos por cómo es que se tiene tan buen resultado en el indicador de calidad dentro de la empresa. Analizando la tabla 40 que se presenta a continuación (Indicador de la calidad de la producción del 2016 y de abril a julio del 2017) hemos podido determinar lo siguiente. Conforme a registros En la siguiente tabla se observa el porcentaje de bolsas selladas correctamente, el cual ha sido hallado dividiendo el número de bolsas que ingresan menos el número de bolsas mal selladas entre el número de bolsas que ingresan:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Número de bolsas que ingresan} - \text{Número de bolsas mal selladas}}{\text{Número de bolsas que ingresan}}$$

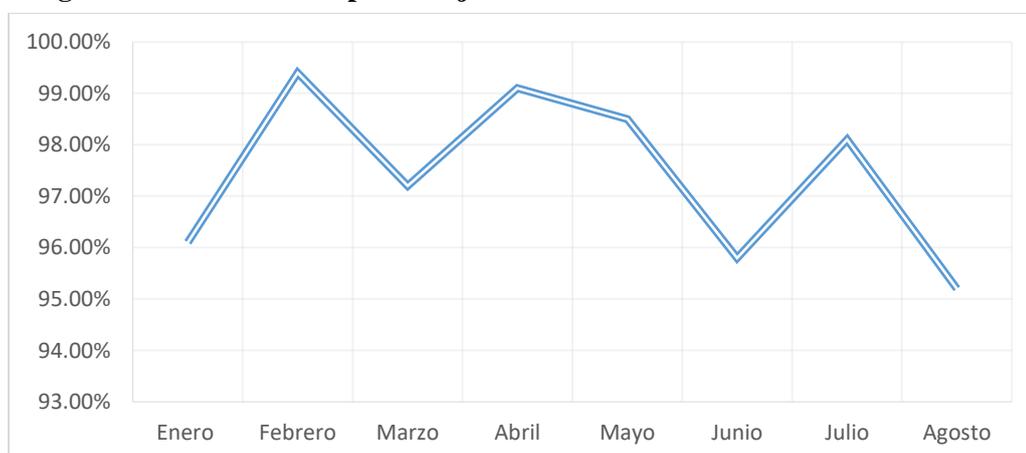
Tabla 40: Indicador de la calidad de la producción del 2016 y de abril a julio del 2017

Mes	2016	2017
Enero	96.10%	-
Febrero	99.40%	-
Marzo	97.20%	-
Abril	99.10%	98.50 %
Mayo	98.50%	98.51 %
Junio	95.80%	98.17%
julio	98.10%	98.45%
Agosto	95.20%	-
Setiembre	99.30%	-

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

A simple vista el indicador de calidad está muy bien, pero evaluando la data con el promedio de bolsas mal selladas se comprueba que en algunos días el número de bolsas mal selladas supera el promedio. Por ejemplo el día 15/07/17 se produjo 1220 bolsas mal selladas superando el promedio de 540 bolsas. Al momento de determinar el indicador de calidad este no varía y se mantiene por encima del 95 % debido a la relación que hay entre las bolsas que ingresan y las bolsas mal selladas es muy bajo. Pero esto, en el caso del día 15/07/17, representa un dinero importante que la empresa deja de ganar.

Figura 17: Variación del porcentaje de calidad en los diferentes meses del año 2016



Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

3.2 ELABORAR LA PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA KAR & MA S.A.C.

Con la información del diagnóstico de la empresa se procedió a desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que será aplicado en la empresa como medida de mejora para el aumento de la eficiencia de sus procesos. Aumentando así los indicadores OEE que en un inicio se han calculado; disponibilidad, rendimiento y calidad.

El plan de mantenimiento estará distribuido de la siguiente manera en primer lugar se hará un listado de los equipos. Se mostrara un cuadro en donde estarán todas las maquinas con sus principales Sub-equipos. Después se procederá a codificar los diferentes equipos de la empresa para poder identificarlos más rápido en el plan de mantenimiento. Luego se tendrá una ficha de los equipos con sus diferentes características a tener en cuenta principalmente cuando queramos información o se proceda a su mantenimiento. Así mismo existirán diferentes tipos de formatos para ayudar a cumplir con el plan y facilitar el trabajo del cumplimiento del mismo.

Finalmente el plan de mantenimiento. Se indicara el tipo actividad a realizar en cada uno de ellos dependiendo del grado de importancia o el que con más frecuencia necesita el mantenimiento conforme al diagnóstico inicial de la empresa, registro de fallas, manual de uso de algunos equipos y fuentes citadas que nos puedan ayudar a cumplir con el mantenimiento preventivo. Finalmente se colocara la frecuencia con que se realizara el mantenimiento en los equipos, seleccionando el momento preciso en el cual aplicarlo, para así no interrumpir con el proceso productivo o encontrar el momento para realizarlo y eliminar por completo el mantenimiento correctivo del sistema de producción. Todo esto se verificara con el aumento de los indicadores que al final serán calculados de nuevo para la respectiva comparación de cómo es que viene operando actualmente y en cuanto se beneficiara con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo que se muestra a continuación.

Para el facilitar el cumplimiento de las labores de mantenimiento y contar registro que más adelante puedan ayudar a mejor el plan, se contara con los siguientes formatos de mantenimiento que ayudan al y a la realización de las actividades.

Formatos para el apoyo del programa de mantenimiento:

- Orden de Trabajo de Mantenimiento (**Anexo N° 06**)
- Carta de Lubricación (**Anexo N° 07**)
- Control de Lubricación para Moto reductores (**Anexo N° 08**)
- Historia de Máquinas (**Anexo N° 09**)
- Costo de Mantenimiento por Máquina (**Anexo N° 10**)
- Programa de Mantenimiento preventivo por Máquina (**Anexo N° 11**)
- Hoja-resumen de datos de mantenimiento (**Anexo N° 12**)
- Control de temperatura del horno (**Anexo N° 16**)
- Manual del medidor de vibraciones FLUKE 805 (**Anexo N° 18**)
- Especificaciones del medidor de Fluke 805 (**Anexo N° 19 y 20**)

- Mantenimiento de los motores eléctricos (**Anexo N° 13**)
- Partes de un motor eléctrico para tener como referencia (**Anexo N° 15**)

El siguiente plan de mantenimiento está elaborado según el diagnóstico de las fallas en los diferentes equipos conforme a tablas Numeradas. Tabla Número 13, 17, 21, 25, 29 y 30 respectivamente.

Para la realización del mantenimiento como tareas de inspección, verificación de temperatura, mediciones de vibraciones sea hecho uso de un equipo (**Fluke 805 Medidor de vibraciones**) que satisfaga todas las necesidades de las siguientes actividades de mantenimiento para mayor detalle revisar el anexo número.... En donde se encuentra alguna descripción, el funcionamiento de este equipo, el algoritmo que utiliza, que funciones realiza aparte de medir vibraciones y para qué clase de equipos puede servir.

También se va a contar con un megometro para la medición del aislamiento cada vez que se realice el mantenimiento y poner prevenir así, futuras fallas en los motores. Existe 3 responsables en cada actividad de mantenimiento:

El maquinista que realiza todas las funciones de engrases, cambios de martillos, cambios de piñones, cadenas, entre otras funciones más.

El técnico de vibraciones que se encarga de realizar las mediciones y la evaluación de cada equipo con el instrumento correspondiente a la mano.

Y finalmente el técnico electricista que realizara todas las funciones de mantenimiento a los motores eléctricos. Y la verificación de su correcto funcionamiento con equipos como megometros y pinzas amperimétricas, siempre y cuando lo requiera el caso.

3.2.1 LISTADO DE LOS EQUIPOS

En la tabla N° 41 iniciamos con uno de nuestros pasos para elaborar nuestro plan de mantenimiento conforme a García [10]

Tabla 41: Listado de los equipo

Área	Equipo	Sub-Equipo
Molienda	Motor 1	Motor
		Caja partida
Enfriado	Sin fin 03	Motor
		Caja reductora
		Sin fin
	Cilindro enfriador	Motor
		Caja reductora
		Cilindro
Zarandeo	Sin fin 04	Motor
		Caja reductora
		Sin fin
	Zaranda	Zaranda
		Motor
Almacenamiento	Elevador	Motor
		Caja reductora
		Elevador
Empaquetadoras	Empaquetadora 01	Motor
		Empaquetadora
	Empaquetadora 02	Motor
		Empaquetadora

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

3.2.2 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

El objetivo de la codificación es poder identificar rápidamente a la máquina y poder mantener un historial para su continuo seguimiento y evaluación de plan de mantenimiento preventivo en la empresa. Para la realización del código asignado se utilizó un código alfanumérico. El orden es el siguiente:

Sistema de codificación no significativo

Planta	Área	Equipo (2 Letras)	N° correlativo
--------	------	--------------------	----------------

Tabla 42: Codificación de los equipos

N°	Equipo	Código
1	Transportador Sin fin 04	1 4 S F 0 4
2	Molino 1	12 M T 01
4	Zaranda	1 5 Z R 0
5	Elevador de cangilones	1 6 E L 0
6	Maquina automatizada 01	1 7 M A 1 1
7	Maquina automatizada 02	1 7 M A 1 2

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

3.2.3 FICHA DE LOS EQUIPOS

Las fichas de los equipos se encuentran en los anexos 20, 21, 22, 23, 24. Con lo cual el personal conocerá más a detalle los equipos con los que van a trabajar.

3.2.4. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN

Para el siguiente plan de mantenimiento se ha evaluado las múltiples fallas que tienen los diferentes equipos de la empresa. El plan de mantenimiento preventivo va conforme a las tablas de la N° 13 hasta la tabla N° 33 previniendo las diferentes fallas que presenta cada máquina a lo largo de este periodo de evaluación. De ahí hemos podido identificar las principales fallas en que incurren las máquinas. Así mismo el tiempo que ellos emplean en realizar el mantenimiento. Conforme todo esto se ha calculado el periodo de mantenimiento, el número de personas que realizarán la actividad dependiendo de la tarea y finalmente los repuestos más importantes los cuales la empresa no puede dejar de tener en stock.

La gran mayoría de actividades de mantenimiento se puede realizar cuando el equipo está en funcionamiento a excepción de las actividades que presentan una MP que significa máquina en parada por otro lado cuando no hay necesidad de apagar la máquina se habla de MM, máquina en marcha

Tabla 43: Plan de mantenimiento preventivo para el transportador de tornillo sinfín 04 - 1 4 S F 0 4

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Vibraciones anormales del proceso determinado mediante observación	Desgaste de rodamientos (Rodamiento de tapa o pared referencial UC 211)	2	<p>Las vibraciones fuera de los parámetros normales dentro del proceso se pueden determinar mediante alguna herramienta u observación, en este caso se determinó mediante la observación y consulta a expertos dentro del proceso (jefes y trabajadores) determinando así que las vibraciones en el tornillo sinfín 4 se encuentran fuera del rango normal de operación. Para ello se propone mediante la herramienta Fluke 805 que mide las vibraciones, determinar que parámetros no se encuentran dentro del rango establecido y conocer con más precisión el grado de anormalidad.</p> <p>Posteriormente se determinó el tiempo de cambio de la pieza antes de que ocurra el desgaste, para ello nos basamos en el histórico (frecuencia de falla) desarrollado en los 6 meses de la investigación, el cual me indica que se desgaste 2 veces semestralmente, además recurrimos a su ficha técnica y nos indica que su tiempo de vida útil según la función que realiza es de 3 meses (En 2013, Nieto [23] menciona que se puede conocer el cambio de una pieza en un mantenimiento preventivo conociendo su vida útil y cambiándola días antes), por lo que se propone en conclusión cambiar dicha pieza cada 2 meses, 3 semanas y 2 días.</p>
Presencia de acumulación de sal, desubicando elementos de acoplamiento de su posición	Elementos de acoplamiento obstruidos (Tornillos 3/8 "(4 unid) Fechas 3/16"(4 unid) Tuercas 3/8 (4 unid))	5	<p>Uno de los principales problemas es la obstrucción de transportador tornillo sin fin. Conforme a los datos recolectados según registros (figura N° 11 controles de mantenimiento preventivo/correctivo de las máquinas de la plantas). En este registro se ha identificado la falla y lo más importante, la causa. Según los resultados del control de mantenimiento la mayor parte de obstrucción del transportador y sus elementos se debe al apelmazamiento de la sal. El cual es producto de la falta de control de la temperatura del proceso de secado. Tengamos en cuenta que existen sensores de temperatura en el horno, pero estos muchas veces no se controlan. Por lo cual no solo se intervendrá al equipo que presenta la falla. Sino que también se tratara de atacar a la causa. Por lo cual se elaborada un formato para el control de la temperatura en el horno (Anexo 16). En el cual se controlara cada hora la temperatura. Manteniendo un control minucioso para que pueda estar en los parámetros correctos de 130°C-150°C (según ficha técnica del horno secador). Todo esto con la ayuda de un responsable que se encargara continuamente de tomar nota, y un el responsable de calidad que supervisara que todo esté bajo los parámetros de calidad que se establecerán.</p>
Presencia de ruido anormal según expertos (trabajadores) de la chumacera el cual se incrementa cuando sube la velocidad	Ejes desgastados por lubricación inadecuada	2	<p>De acuerdo a consultas con expertos (trabajadores de la empresa). La lubricación de los engranajes se realiza cada 3 meses. Pero gracias al manual de lubricación de SKF podemos determinar el tiempo en que permanece efectiva la grasa. Mediante la gráfica presentada más adelante.</p> <p>Conforme a la gráfica hemos identificado que nos encontramos en una escala "C" de rodamientos axiales de bolas. Luego aplicando la formula tenemos que el diámetro interno del engranaje es de 20 mm el cual le corresponde 10^4 tt, considerando además que es un rodamiento axial de bolas (0,2 tt) se obtiene que el tiempo efectivo de la grasa es de 300 horas, considerando que se trabaja 10 horas al día, el tiempo de vida útil es de 30 días, es decir la lubricación de engranajes se realizará cada 30 días y ya no cada 3 meses como lo realizan actualmente. En [23] menciona además que el tipo de lubricante a usar influye en la vida útil de la pieza ya que una excesiva rigidez de la grasa provoca el daño de la pieza por lo que se escogió un lubricante de acuerdo al tipo de pieza y material utilizado(engranaje de acero inoxidable) para esto se utilizó grasa para rodamientos verde), sin embargo otro punto a considerar es la cantidad que se utilizará para el mantenimiento preventivo de la pieza y ésta cantidad depende el tamaño, por lo que para hallarla nos basamos en la fórmula de la figura inferior derecha. ($G_a = 0,005 \cdot D \cdot B$ gramos)</p> <p>Se obtiene entonces de la fórmula que la cantidad a usarse para lubricar el engranaje cada 30 días es de 9 gramos. Para realizar esta lubricación se recomienda seguir los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar y quitar el tapón de abertura del orificio de relleno. 2. Rellenar de grasa con la pistola de engrase. 3 Rellenar con 9 gr de grasa 4 Revisar los dispositivos de sellado que previene cualquier goteo de grasa, penetración de polvo y agua. <p>Herramientas a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pistola de relleno de grasa - Grasa para rodamientos Verde <div style="text-align: right;">  <p>$G_a = 0,005 \cdot D \cdot B$ gramos</p> <p>donde G_a = cantidad de grasa en gramos D = diámetro exterior del rodamiento en mm B = anchura total del rodamiento en mm (la dimensión correspondiente para los rodamientos axiales es H)</p> </div> <p style="text-align: right;">Fuente: Manual Lubricación SKF Cantidad y frecuencia de Engrase</p>

Tabla N° 43: Plan de mantenimiento preventivo para el transportador de tornillo sinfín 04 - 1 4 S F 0 4

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Presencia de ruido anormal según expertos (trabajadores) de la chumacera el cual se incrementa cuando sube la velocidad	Ejes desgastados por lubricación inadecuada	2	<p>Intervalo de relubricación t, horas de funcionamiento</p> <p>Escala a: rodamientos radiales de bolas Escala b: rodamientos de rodillos cilíndricos, rodamientos de agujas Escala c: rodamientos de rodillos a rótula, rodamientos de rodillos cónicos, rodamientos axiales de bolas; rodamientos completamente llenos de rodillos cilíndricos (0,2 t); rodamientos cruzados de rodillos cilíndricos con jaula (0,3 t); rodamientos axiales de rodillos cilíndricos, rodamientos axiales de agujas, rodamientos axiales de rodillos a rótula (0,5 t)</p>

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Manual lubricación SKF cantidad y frecuencia de engrase

Tabla 44: Plan de mantenimiento preventivo zaranda - 1 5 Z R 0

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Bajo rendimiento del motor. Según opinión de expertos	Pérdida del aislamiento (barniz) del rebobinado	1	<p>En la empresa el mantenimiento general de los motores se realiza 1 vez al año. Según expertos (técnico) y fuentes de referencia 2013, Chauvin [7]. Señalan que la contaminación ambiental, en este caso las partículas de sal, es una de las principales causas de fallo de aislamiento. Sobretodo siendo la sal un compuesto corrosivo que fácilmente puede deteriorar a la película de barniz del rebobinado. Todo esto se corrobora con el registro de la figura N° 11 (controles de mantenimiento preventivo/correctivo de las máquinas de la planta) donde señala la falla, modo y la frecuencia que es 1 vez cada 6 meses. Por otro lado para determinar el tiempo en que realizaremos el mantenimiento del motor nos basaremos por un lado en la frecuencia y por otro en el check list de la maquinaria de la empresa. En donde podemos observar que las fallas tienen su inicio a partir del quinto mes de funcionamiento (verificar en el anexo N° 26). Por lo tanto el mantenimiento preventivo se realizara cada 5 meses. El mantenimiento comprenderá las siguientes actividades: Desmontaje Llaves francesa 3/4 y 5/8, cambio de rodaje 6312-2Z, película de barniz, pintado con pintura epoxi y finalmente el montaje.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Desarmar el motor aflojando <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Aflojar los tornillos mediante una Llave dinamométrica (Herramienta Rach) 1.2 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa frontal 1.3 Extractor para quitar el rodamiento. Diferentes extractores acorde al largo del eje 1.4 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa posterior 1.5 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa posterior de la jaula de ardilla 1.6 Extractor para quitar el rodamiento posterior 1.7 Desengrasantes dieléctrico y una brocha; limpiar parte por parte del motor. 2 Pruebas eléctricas de aislamiento <ol style="list-style-type: none"> 2,1 Prueba respecto a tierra, el indicador debe oscilar muy poco. Con todas las bobinas 2,2 Prueba de continuidad de las bobinas 3 Armar el motor ya limpio
Paralización de la máquina	Faja trapezoidal rota (Faja B84)	2	<p>Se iniciara inspeccionando la guarda de seguridad para ver si está floja o dañada. Manteniéndola libre de residuos, acumulación de polvo y suciedad. Ya que según T. Gates [21] Cualquier acumulación de material sobre la protección actúa como aislante y podría causar que la transmisión funcione a mayores temperaturas. Lo que influenciaría directamente en el rendimiento y duración de la correa. Por ejemplo, encima de 60°C un aumento de la temperatura interna de 10°C (50°F) – es decir, un aumento de aproximadamente 20°C (68°F) de la temperatura ambiente – podría acortar la vida de una correa trapezoidal a la mitad.</p> <p>Otro factor a tener en cuenta Según T. Gates [21] es la utilización de las galgas de correa y polea para revisar las dimensiones. Éstas también son útiles para identificar la sección transversal de una correa para sustituirla y para revisar el desgaste de las gargantas de la polea (imagen al final de la explicación del plan) Así mismo se debe revisar la desviación entre poleas en sistemas de transmisión por correas trapezoidales debe ser menor de 1/2° o 5 mm por 500 mm de distancia entre ejes. En donde se debe mantenerse la alineación para las correas trapezoidales dentro de 1/4° o 2,5 mm por 500 mm de distancia entre ejes. Cuanto mayor sea la desalineación, mayor será la posibilidad de inestabilidad de la correa, mayor el desgaste y más frecuente la necesidad de sustituirla.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Mantenimiento preventivo de correas y transmisiones 2013</p>

Tabla N°44: Plan de mantenimiento preventivo zaranda - 1 5 Z R 0

<p>Paralización de la máquina</p>	<p>Faja trapezoidal rota (Faja B84)</p>	<p>2</p>	<p>En conclusión las actividades de mantenimiento serán inspecciones rutinarias de las guardas de seguridad de carácter diario. La verificación de la temperatura de la guarda con ayuda de nuestro equipo Fluke 805 que también mide temperatura, con una frecuencia semanal y por último la utilización de galgas para verificar las dimensiones de la correa. Si es que están cumplen se seguirá trabajando con normalidad pero si presenta desgastes se cambiara para prevenir futuras rupturas. Ya que una ruptura de faja detiene una etapa del proceso y esto se ve reflejada en la acumulación y obstrucción en l44os otros procesos acarreado más problemas y tiempos muertos innecesarios. Según nuestro check list la faja de la zaranda ha comenzado a presentar inconvenientes al mes y medio. Problemas como sonidos constantes, o el salirse de su recorrido. Por lo cual la verificación de las dimensiones de la faja con las galgas se realizara cada mes y medio. Dependiendo de sus dimensiones se seguirá trabajando o se cambiara de correa para prevenir la ruptura.</p>
<p>Aumento de la granulometría de la sal resultando mayor al promedio. conforme a la observación de expertos</p>	<p>Maya de la zaranda obstruida</p>	<p>3</p>	<p>Para la actividad de mantenimiento preventivo se elaborara un formato de control de temperatura (anexo 16) debido a que la obstrucción de la maya se debe a la cristalización de la sal conforme a la opinión de experto encargado de la máquina con más de 10 años de experiencia. Esto se debe a la elevada temperatura del proceso de secado (proceso anterior al de zarandeo). Es por eso que el control y seguimiento de la temperatura darán solución a esta falla que es muy común en el proceso. Entendiendo que la temperatura óptima de secado es entre 130 a 150° Según especificaciones técnicas de la máquina y según la normativa técnica peruana 209.015 Además se contara con las siguiente actividades:</p> <p>Actividad 1. Verificación visual del estado de la maya de zarandero: Diario (Opción 1) Si se encuentra en buen estado continuar trabajando. (Opción 2) Si se encuentra con partículas cristalizadas que obstruye su funcionamiento, pasar a la actividad N° 2. (Opción 3) Si presenta rajaduras y no cumple con su función correctamente, pasar a la actividad N° 3</p> <p>Actividad 2. Limpieza de la zaranda que se utilice. Se realizara cada mes y medio. Ya que según check list del comportamiento de los equipos señala que estos inconveniente por lo general inician pasando el mes y medio de su correcto funcionamiento. Para realizar la limpieza de la zaranda lleve a cabo las siguientes instrucciones: 2.1 Realice la limpieza de la zaranda solamente con el motor pagado 2.2 Buscar el lado plano de la zaranda y ejerza presión para retirarla, ayudándose del cincel y martillo. Separándolo de las guías. 2.3 Una vez la maya fuera de la recamara realizar la limpieza con el peine de acero y ejerciendo golpes con el martillo de goma para evitar abolladuras. 2.4 Una vez limpia La zaranda debe ser colocada por detrás de las guías y empujar hasta asentarlas perfectamente en el otro extremo. 2.5 Por ultimo verificar que la pestaña de la zaranda este asentada perfectamente en las guías, sino puede dañarse con la vibración. Herramientas a utilizar: - Martillo de acero - Cincel - Martillo de goma - Peine de dientes de acero</p> <p>Actividad 3. Reemplazar la maya de acero inoxidable 240 x 80 mm. El cambio de maya de la zaranda se realizara cada 5 meses y medio. Ya que según check list del comportamiento de los equipos es aquí cuando comienzan a salirse las fibras de acero de la maya y agrandarse cada vez más los futuros orificios. Para reemplazar la maya de acero inoxidable realizar los siguientes pasos: 2.1 Realice el cambio de la maya de la zaranda solamente con el motor pagado 2.2 Buscar el lado plano de la zaranda y ejerza presión para retirarla, ayudándose del cincel y martillo. Separándolo de las guías. 2.3 Una vez retirada la maya, asegurarse que las dimensiones de la nueva maya coincidan con un centímetro. 2.4 Colocar la nueva maya por detrás de las guías y empujar hasta asentarlas perfectamente en el otro extremo. 2.5 Por ultimo verificar que la pestaña de la zaranda este asentada perfectamente en las guías, sino puede dañarse con la vibración. Herramientas a utilizar: Las mismas que de la actividad 2.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Plan de mantenimiento preventivo molinos - 12 M T 01

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Deficiencias en la molienda de sal (Granulometría mayor al promedio) según expertos	Desgaste de los martillos de la caja (Cabeza de 45 martillos para motor 35 hp)	2	<p>Se puede Alternar los lados de los martillos: Los martillos tienen 4 esquinas, cuando la esquina se vuelva redonda es momento de cambiar la posición del martillo. Se realizara cada 3 meses conforme a manual del equipo y a información recolectada en el control de mantenimiento. Para realizar el cambio de martillos lleve a cabo las siguientes instrucciones:</p> <p>1.1 Retire la perilla y tolva para dejar el rotor al descubierto. 1.2 Quite la chaveta de un eje y retire el eje con sus respectivos martillos y separadores. 1.3 Reemplace las piezas usadas por las nuevas, se recomienda hacerlo eje por eje. Recuerde mantener el balance del motor. 1.4 Cuidar que el orden y acomodo sea el mismo en relación con los separadores de martillos para mantener el balance de su rotor.</p> <p>Herramientas a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Martillo - Llaves francesa ajustable 10'' y Llave francesa fija 3/4'' - Cincel
Sobreesfuerzo del motor por obstrucción de la sal en caja de martillos	Torcedura de la criba	3	<p>Actividad 1. Mayor control de humedad en el ingreso de sal para evitar su acumulación a la hora de molerla. Verificar el grado de humedad de la sal para poder realizar un buen molido. Para esto se realizara la prueba del puño, agarrar un puñado de sal y apretarlo, al cabo de unos 5 segundos soltarlo.</p> <p>(Opción 1) Si apenas se presenta humedad, continuar. (Opción 2) Si la mano queda húmeda verificar el lote.</p> <p>Por lo cual se elaborara un formato del control de la humedad para tener un mayor control de mismo. Completar el formato del anexo N° 27 como parte del mantenimiento preventivo</p> <p>Actividad 2. Así mismo se realizara la limpieza de la criba que se utilice.</p> <p>Procedimientos de operación: Para realizar la limpieza/ cambio de la zaranda lleve a cabo las siguientes instrucciones:</p> <p>1.1 Realice la limpieza de la criba solamente con el motor pagado 1.2 Retirar la criba ejerciendo fuerza. En todo caso con la ayuda de un martillo y un cincel. Retirar la criba 1.3 Buscar el lado plano de la criba seleccionada, para efectuar una colocación a la cámara de molienda. 1.4 La criba debe ser colocada por detrás de las guías y empujar hasta asentarlas perfectamente en el otro extremo. 1.5 La pestaña de la zaranda debe asentarse perfectamente en las guías, sino puede dañar al molino.</p> <p>Herramientas a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Martillo de acero - Llaves francesa ajustable 10''
Sobreesfuerzo del motor por obstrucción de la sal en caja de martillos	Martillos de molienda inservibles	1	<p>Sustituir los martillos por nuevos: cuando los martillos hayan sido utilizados por ambos lados y sus esquinas se encuentren redondeadas se tendrá que reemplazar los martillos por nuevos. Se realizara cada 6 meses conforme a manual del equipo y a información recolectada en el control de mantenimiento.</p> <p>Para realizar el cambio de martillos lleve a cabo las siguientes instrucciones:</p> <p>1.1 Retire la perilla y tolva para dejar el rotor al descubierto. 1.2 Quite la chaveta de un eje y retire el eje con sus respectivos martillos y separadores. 1.3 Reemplace las piezas usadas por las nuevas (Cabeza de 45 martillos para motor de 35 Hp), se recomienda hacerlo eje por eje. Recuerde mantener el balance del motor 1.4 Cuidar que la posición sea la misma al colocar las nuevas piezas.</p> <p>Herramientas a utilizar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Martillo de acero - Llaves francesa ajustable 10'' y Llave francesa fija 3/4'' - Cincel

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Plan de mantenimiento preventivo de elevador de cangilones - 1 6 E L 0

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Acumulación de sal y presencia de ruido anormales según observación de expertos (técnico encargado)	Obstrucción de los cangilones	3	<p>Actividad 1. El formato para el control de la temperatura anexo 16. Es una actividad preventiva para darle solución una de las fallas más comunes que presenta el elevador. “La obstrucción de los cangilones” que generalmente se debe a problemas causados por la sal que presenta cierta húmeda. La solución está en controlar la temperatura del horno que es el que envía la sal a los demás máquinas para continuar con el proceso. En otras palabras se realizara la Verificación de parámetros de temperatura del horno de secado para evitar posteriores problemas de apelmazamiento de la sal en el elevador de cangilones. Realizado con instrumentos propios del equipo (verificaciones on-line) por medio del indicador de temperatura. Verificar que se encuentre entre los 130°C a 150°C. (Anexo 16) la medición se hará todos los días.</p> <p>(Opción 1) Si está trabajando entre esos rangos de temperatura continuar trabajando</p> <p>(Opción 2) Si NO cumple con los parámetros establecidos, comunicar al supervisor para que tome las medidas del caso y poder evitar problemas de apelmazamiento por un incorrecto secado de la sal en los elevadores de cangilones.</p> <p>Actividad 2. Limpieza, ajustes y sustitución de cangilones y faja del elevador. Se realizara cada 5 meses conforme a manual del equipo y a información recolectada en el control de mantenimiento.</p> <p>10.1 Apagar la máquina y poner candado de seguridad.</p> <p>10.2 Retirar toda la sal que se mantiene en los cangilones y verificarlo en el siguiente proceso (No debe de pasar sal) En caso este obstruido el elevador, desatorarlo mediante la puerta de limpieza. Si no fuera el caso Retirar de frente la puerta de inspección para comenzar con el mantenimiento sistemático.</p> <p>10.3 Limpiar la sal que obstruye el recorrido de la faja y cangilones mediante escobillón; y utilizar cepillo de dientes acero en el caso haya sal pegada solida u otra sustancia.</p> <p>10.4 Verificar si los cangilones están en un buen estado:</p> <p>(Opción 1) Si se encuentran en buen estado. Acomodar los cangilones, ajustarlos y alinearlos en su correa. Retirar y enderezar con la ayuda de un martillo. Si está demasiado abollado o se encuentra rajado pasar</p> <p>(Opción 2) Si se presenta alguna abolladura, retirar y enderezar con la ayuda de un martillo. Si el daño es más grave pasar a la siguiente opción.</p> <p>(Opción 3) Si presenta rupturas internas, demasiadas abolladuras; cambiar por uno nuevo (20 cm c x 10cm). Ya que puede generar problemas mayores.</p>
Desalineamiento	Poleas desalineadas	1	<p>Según T. Gates [21] menciona que es recomendable revisar la alineación y el adecuado montaje de las poleas. Además que la desalineación de las poleas acorta considerablemente la vida de la correa. Las causas principales de la desalineación de las poleas son: Las poleas están mal colocadas en los ejes, Los ejes de la máquina motriz y de la conducida no son paralelos, y las poleas están inclinadas debido a un montaje inadecuado. Por lo cual nosotros inspeccionaremos la alineación.</p> <p>Actividad 1. Todo lo que necesita es una regla, y para sistemas de transmisión con centros largos, una cuerda rígida. Se alinea la regla o cuerda a lo largo del lado liso de ambas poleas como se muestra en la figura. La desalineación aparecerá bajo la forma de una holgura entre el lado liso de la polea y la regla o cuerda. Este método es fiable sólo cuando la distancia entre el lado exterior y el primer canal es idéntica para las dos poleas. También se puede revisar la inclinación de las poleas con un nivel de burbuja. Esta verificación se realizará cada 2 semanas según registros de la frecuencia de falla y check list. Con todo esto extenderemos el tiempo de funcionamiento de las poleas sin caer en uno mantenimiento antes del tiempo.</p> <p>Actividad 2. Conforme a T. Gates [21] señala que cada 6 meses para asegurar el funcionamiento de la máquina realizaremos el método de alineación de poleas por láser del tipo alineación en cara lateral ya que es más versátil y puede utilizarse en la mayoría de las máquinas con casi todo tipo de correas y piñones.</p> <div data-bbox="1032 1499 2496 1759" style="text-align: center;"> </div> <p>Fuente:T. Gates corporation</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 46: Plan de mantenimiento preventivo de elevador de cangilones - 1 6 E L 0

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Paralización de la máquina	Faja rota (Faja B89)	1	<p>Se iniciara inspeccionando la guarda de seguridad para ver si está floja o dañada. Manteniéndola libre de residuos, acumulación de polvo y suciedad. Ya que según T. Gates [21] Cualquier acumulación de material sobre la protección actúa como aislante y podría causar que la transmisión funcione a mayores temperaturas. Lo que influenciaría directamente en el rendimiento y duración de la correa. Por ejemplo, encima de 60°C un aumento de la temperatura interna de 10°C (50°F) – es decir, un aumento de aproximadamente 20°C (68°F) de la temperatura ambiente – podría acortar la vida de una correa trapezoidal a la mitad.</p> <p>Otro factor a tener en cuenta Según T. Gates [21] es la utilización de las galgas de correa y polea para revisar las dimensiones. Éstas también son útiles para identificar la sección transversal de una correa para sustituirla y para revisar el desgaste de las gargantas de la polea (imagen al final de la explicación del plan) Así mismo se debe revisar la desviación entre poleas en sistemas de transmisión por correas trapezoidales debe ser menor de 1/2° o 5 mm por 500 mm de distancia entre ejes. En donde se debe mantenerse la alineación para las correas trapezoidales dentro de 1/4° o 2,5 mm por 500 mm de distancia entre ejes. Cuanto mayor sea la desalineación, mayor será la posibilidad de inestabilidad de la correa, mayor el desgaste y más frecuente la necesidad de sustituir</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Fuente: Mantenimiento preventivo de correas y transmisiones 2013</p> <p>En conclusión las actividades de mantenimiento serán inspecciones rutinarias de las guardas de seguridad de carácter diario. La verificación de la temperatura de la guarda con ayuda de nuestro equipo Fluke 805 que también mide temperatura, con una frecuencia semanal y por último la utilización de galgas para verificar las dimensiones de la correa. Si es que están cumplen se seguirá trabajando con normalidad pero si presenta desgastes se cambiara para prevenir futuras rupturas. Ya que una ruptura de faja detiene una etapa del proceso y esto se ve reflejada en la acumulación y obstrucción en los otros procesos acarreando más problemas y tiempos muertos innecesarios. Según nuestro check list la faja de la zaranda ha comenzado a presentar inconvenientes al mes y medio. Problemas como sonidos constantes, o el salirse de su recorrido. Por lo cual la verificación de las dimensiones de la faja con las galgas se realizara cada mes y medio. Dependiendo de sus dimensiones se seguirá trabajando o se cambiara de correa para prevenir la ruptura.</p>
Vibraciones anormales del proceso determinado mediante observación	Tambor de reenvió flojo	1	<p>Actividad 1. Verificaciones del tambor de reenvió del elevador de cangilones. Realizar con instrumentos externos del equipo (Verificaciones off-line) mediante Fluke 805 Medidor de vibraciones conforme a la función Factor cresta plus: Los valores de CF+ van de 0 a 16. Según empeora el estado, aumenta el valor CF+. Escala de gravedad de cuatro niveles que identifica el estado del cojinete como Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio o Inaceptable. Recordemos que Conforme a la ISO 2372 de “severidad de la vibración de la máquina”. Señala de 0.11 mm/s a 2.5 mm/s es bueno, de 2.5 mm/s hasta 5.1 mm/s es satisfactorio. De ahí hacia adelante vendría a ser no satisfactorio hasta No permisible.</p> <p style="padding-left: 40px;">(Opción 1) Si las vibraciones están dentro del rango bueno, satisfactorio; continuar.</p> <p style="padding-left: 40px;">(Opción 2) Si las vibraciones están fuera del rango bueno o satisfactorio; intervenir y Ajustar los elementos de acoplamiento conforme a la actividad 2</p> <p>Actividad 2. Ajustar y alinear el tambor de reenvió del elevador de cangilones</p> <ul style="list-style-type: none"> - Llaves francesa ajustable 5/16’’ - Nivel de burbuja

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 1 - 17 M A 1 1

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Falta de abastecimiento de sal al dosificador	Embudo de depósito Obstruido, constante apelmazamiento en boquilla de dosificador	3	<p>Actividad 1. Verificaciones de parámetros de temperatura del horno de secado para evitar posteriores problemas de apelmazamiento de la sal en el embudo de depósito de la empaquetadora N° 1. Realizado con instrumentos propios del equipo de secado (verificaciones on-line) por medio del indicador de temperatura. Verificar que se encuentre entre los 130°C a 150°C. Llenando el formato del anexo 16 según corresponda.</p> <p>(Opción 1) Si está trabajando entre esos rangos de temperatura continuar trabajando</p> <p>(Opción 2) Si NO cumple con los parámetros establecidos, comunicar al supervisor para que tome las medidas del caso y poder evitar problemas de apelmazamiento por un incorrecto secado de la sal en los elevadores de cangilones.</p> <p>Actividad 2. Cada 6 semanas durante 1 hora se realizara la empuje del embudo de depósito de la empaquetadora 1 y así asegurar su funcionamiento interrumpido.</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escobilla de plástico - Cepillo de dientes de acero (en caso sea necesario para retirar sal solidificada u otro material que interfiera el recorrido de la sal) - Compresora de aire
Mal sellado de las bolsas	Resistencia/mordaza Quemada (Resistencia chata de níquel-cromo)	2	<p>Actividad 1. Limpieza sistemática de la resistencia de la mordaza mediante presión de aire de compresora</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escobilla -Aire a presión de la compresora <p>Actividad 2. Verificación visual de los cables de la resistencia de la mordaza.</p> <p>Actividad 3. Limpieza sistemática del eje de la mordaza mediante presión de aire de compresora</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escoba -Aire a presión de la compresora <p>La actividad N°01 y N° 02 se harán 1 vez a la semana y la actividad N° 03 se realizara 1 vez al mensual</p>
Mal sellado de las bolsas	Ejes/Mordaza Rotos	2	<p>Cambiar los ejes de la mordaza cada mes y medio. Ya que según registros la frecuencia de falla es de 2 meses. Además:</p> <p>Actividad 1. Limpieza sistemática del eje de la mordaza mediante presión de aire de compresora</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escoba -Aire a presión de la compresora <p>Actividad 2. Verificación condicional del eje de la mordaza si presenta suciedad o acumulación de sal regresar a la actividad N° 6. En caso contrario seguir con al siguiente actividad de mantenimiento</p>
Faja fuera de control	Contactor/faja quemado	3	<p>Actividad 1. Sustitución sistemática del contacto de faja sin probar su estado. Cada 6 meses según Además para prolongar su funcionamiento:</p> <p>Actividad 2. Limpieza sistemática del contacto de la faja mediante presión de aire de compresora</p> <p>Herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Escoba -Aire a presión de la compresora

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°47: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 1 - 17 M A 1 1

Mal sellado de las bolsas	Cable/ Sellado horizontal Roto	3	<p>Actividad 1. Limpieza sistemática del cables de sellado Horizontal mediante presión de aire de compresora Herramientas: - Escoba - Aire a presión de la compresora</p> <p>Actividad 2. Limpieza Condicional del cables de sellado Horizontal mediante presión de aire de compresora Herramientas: - Escoba - Aire a presión de la compresora</p> <p>Actividad 3. Cambio de sello horizontal conforme a manual del equipo y a información recolectada en el control de mantenimiento.</p>
Ruidos de fuga de aire por el eje de la empaquetadura	Cilindros neumáticos Desgastados (Cambio total. Eje y sellos. 1 día espera)	1	<p>Actividad 1. Verificación visual y mediante el tacto de pequeñas fugas de aire del cilindro neumático. Nota: Los cilindros neumáticos liberan aire para inflar las bolsas y llenarlas de sal. Si existirá fugas de aire en los ejes ya sea vertical u horizontal, sellos de mordaza es mala señal y se recomienda intervenir Según sea la pieza a donde pertenezca la fuga: (Opción 1) Si no hubiera ninguna de fuga de aire y todo estuviera conforme, pasar a la siguiente actividad. (Opción 2) Fugas de aire en el eje vertical. Pasar a la actividad N° 2 (Opción 3) Fugas de aire en el eje horizontal. Pasar a la actividad N° 3 (Opción 4) Fugas de aire en los sellos de la mordaza del eje horizontal. Pasar a la actividad N° 4</p> <p>Actividad 2. Ajustes y limpieza sistemático del eje vertical - Llave francesa fija ½ '' - Llaves francesa ajustable 8'' - Compresora - Trapo industrial</p> <p>Actividad 3. Ajustes y limpieza sistemático del eje horizontal - Llave francesa fija ½ '' - Llaves francesa ajustable 8'' - Compreso - Trapo industrial</p> <p>Actividad 4. Ajustes y limpieza sistemático en los sellos de la mordaza - Llave francesa fija ½ '' - Llaves francesa ajustable 8'' - Compreso - Trapo industrial</p>
Bobina de plástico rota	Resistencia de las bobinas quemadas	1	<p>Verificar la barra selladora horizontal (consta de una pieza fija y una móvil) Pasos a tener en cuenta: La resistencia superior cierra el fondo del paquete, y la resistencia inferior cierra la boca del paquete. Para un buen funcionamiento de la selladora horizontal (Eje y sellos). Actividades a realizar N° 1, 2, 3 y 4.</p> <p>Actividad 1. Cambiar la película de teflón, siempre que muestren indicios de quemado. Actividad 2. Antes de colocar la nueva película, limpie bien el área donde será aplicado el nuevo adhesivo. Actividad 3. Cambie la cinta de la resistencia siempre que presente deformaciones (amasada) Actividad 4. Cambie la película de teflón existente sobre las soldadoras, cuando las mismas muestren indicios de quemado el teflón (grosor 6 mm)</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 2 - 1 7 M A 1 2

Falla funcional	Modo de falla	Frecuencia (Semestral)	TIPO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR
Vibraciones anormales del dosificador rotatorio y apelmazamiento de sal	Dosificador rotatorio Desalineado	3	<p>Actividad 1. Verificaciones del dosificador rotatorio de la empaquetadora N° 2. Realizar con instrumentos externos del equipo (Verificaciones off-line) mediante Fluke 805 Medidor de vibraciones conforme a la función Factor cresta plus: Los valores de CF+ van de 0 a 16. Según empeora el estado, aumenta el valor CF+. Escala de gravedad de cuatro niveles que identifica el estado del cojinete como Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio o Inaceptable. Conforme a la ISO 2372 de “severidad de la vibración de la máquina”. Señala de 0.11 mm/s a 2.5 mm/s es bueno, de 2.5 mm/s hasta 5.1 mm/s es satisfactorio. De ahí hacia adelante vendría a ser no satisfactorio hasta No permisible (Opción 1) Si las vibraciones están dentro del rango bueno, satisfactorio; continuar. (Opción 2) Si las vibraciones están fuera del rango bueno o satisfactorio; intervenir y Ajustar conforme a la actividad 2.</p> <p>Actividad 2. Ajustar dosificador rotatorio de la empaquetadora - Llaves francesa ajustable ½’’</p> <p>Actividad 3. La alineación del dosificador será por láser del tipo alineación en cara lateral ya que es más versátil y puede utilizarse en la mayoría de las máquinas. Se realizara cada 5 meses según manual y registro de frecuencia de fallas.</p>
Mal sellado de las bolsas	Mordaza Desalineada	4	<p>Actividad 1. Ajuste y limpieza sistemático de la mordaza de sellado de la empaquetado N° 2. Herramientas a utilizar: - Compresora. - Escobilla - Llave francesa fija de ½’’ - Destornillador estrella pequeño Una vez terminado la limpieza y el ajusta la mordaza realizar las siguientes actividades</p> <p>Actividad 2. Verificar la barra selladora horizontal (consta de una pieza fija y una móvil) Pasos a tener en cuenta: La resistencia superior cierra el fondo del paquete, y la resistencia inferior cierra la boca del paquete. Para un buen funcionamiento de la selladora horizontal (Eje y sellos). Actividades a realizar N° 3, 4, 5 y 6.</p> <p>Actividad 3. Cambiar la película de teflón, siempre que muestren indicios de quemado.</p> <p>Actividad 4. Antes de colocar la nueva película, limpie bien el área donde será aplicado el nuevo adhesivo.</p> <p>Actividad 5. Cambie la cinta de la resistencia siempre que presente deformaciones (amasada)</p> <p>Actividad 6. Cambie la película de teflón existente sobre las soldadoras, cuando las mismas muestren indicios de quemado el teflón (grosor 6 mm)</p>
Bobina de plástico rota	Resistencia de las bobinas quemadas	1	<p>Verificar la barra selladora horizontal (consta de una pieza fija y una móvil) Pasos a tener en cuenta: La resistencia superior cierra el fondo del paquete, y la resistencia inferior cierra la boca del paquete. Para un buen funcionamiento de la selladora horizontal (Eje y sellos). Actividades a realizar N° 1, 2, 3 y 4.</p> <p>Actividad 1. Cambiar la película de teflón, siempre que muestren indicios de quemado.</p> <p>Actividad 2. Antes de colocar la nueva película, limpie bien el área donde será aplicado el nuevo adhesivo.</p> <p>Actividad 3. Cambie la cinta de la resistencia siempre que presente deformaciones (amasada)</p> <p>Actividad 4. Cambie la película de teflón existente sobre las soldadoras, cuando las mismas muestren indicios de quemado el teflón (grosor 6 mm)</p>

Tabla 48: Plan de mantenimiento preventivo de empaquetadora 2 - 1 7 M A 1 2

Sobrecalentamiento del motor	Pérdida del aislamiento (barniz) del rebobinado	1	<p>En la empresa el mantenimiento general de los motores se realiza 1 vez al año. Según expertos (técnico) y fuentes de referencia (Chauvin arnux grup). La contaminación ambiental, en este caso las partículas de sal, es una de las causas de fallo de aislamiento. Sobretodo siendo la sal un compuesto corrosivo que fácilmente puede deteriorar a la película de barniz. Conforme a esto el mantenimiento del motor se realizara cada 5 meses debido a que en el diagnostico señala que este problema se muestra con una frecuencia de 1 vez cada 6 meses. Conforme a ello. El mantenimiento comprenderá las siguientes actividades: Desmontaje Llaves francesa 3/4 y 5/8, cambio de rodaje 6312-2Z, una película de barniz, pintado con pintura epoxi y finalmente el montaje.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Desarmar el motor aflojando <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Aflojar los tornillos mediante una Llave dinamométrica (Herramienta Rach) 1.2 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa frontal 1.3 Extractor para quitar el rodamiento. Diferentes extractores acorde al largo del eje 1.4 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa posterior 1.5 Con leves golpes medio de un martillo un cincel apropiado se quita la tapa posterior de la jaula de ardilla 1.6 Extractor para quitar el rodamiento posterior 1.7 Desengrasantes dieléctrico y una brocha; limpiar parte por parte del motor. 2 Pruebas eléctricas de aislamiento <ol style="list-style-type: none"> 2,1 Prueba respecto a tierra, el indicador debe oscilar muy poco. Con todas las bobinas 2,2 Prueba de continuidad de las bobinas 3 Armar el motor ya limpio <p>Esta actividad se realizara cada 5 meses ya que la frecuencia de falla es semestral. Como señala Chauvin arnux grup [7] todo depende del ambiente en que se trabaje y como el proceso de producción de sal es un ambiente corrosivo por las partículas de sal que están presentes en el ambiente. Se tomara en cuenta la frecuencia y se realizara el mantenimiento antes de lo previsto.</p>
------------------------------	---	---	--

Fuente: Elaboración propia

3.2.4.1 FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SAL CONFORME A LA DESCRIPCIÓN DE CADA ACTIVIDAD.

A continuación se presenta un resumen de actividades de mantenimiento preventivo conforme a las tablas 43, 44, 45, 46, 47 y 48. Para entregar más a detalle de la descripción de actividades revisar en el plan de mantenimiento presentado anteriormente, Estas actividades están adecuado para un semestre laboral. Si se quisiera presentar para un año completo se correría al siguiente semestre y así se completaría un año laboral ya que presenta la mayor cantidad de actividades conforme a las necesidades de mantenimiento que requiere cada equipo.

Tabla 49: Frecuencia de mantenimiento preventivo en los principales equipos de la línea de producción

EQUIPO	SUB-EQUIPO	COMPONENTE	FRECUENCIA
Transportador tornillo sinfin4	sin fin	Cambio de rodajes	mensual (2 meses, 3 semanas)
		Formato de control de temperatura	Diario
	rodajes del motor	Lubricación	mensual
Zaranda	motor	mantenimiento general	cada 5 meses
	faja	Inspección de la guarda	Diario
		verificación de la temperatura	semanal
		verificación con galgas	mes y medio
	Maya de zaranda	Formato de control de temperatura	Diario
		verificación visual	Diario
		Limpieza de la zaranda	mes y medio
Reemplazo de la maya		5 meses	
Molino	martillos	Alternar lados	3 meses
	caja de martillo	Verificación de la humedad	Diario
	criba	Formato para el control de humedad	Diario
		Limpieza de la criba	semanal
	martillos	cambio	semestral
Elevador	cangilones	formato	Diario
		limpieza, ajuste o sustitución	Cada 5 meses
	poleas	verificar alineación	Cada 2 meses
		Alineación	Semestral
	faja	Inspección de la guarda	Diario
		verificación de la temperatura	semanal
		verificación con galgas	mes y medio
	tambor de reenvió	verificar	semanal
alinear y ajustar		trimestral	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 49: Frecuencia de mantenimiento preventivo en los principales equipos de la línea de producción

EQUIPO	SUB-EQUIPO	COMPONENTE	FRECUENCIA
Empaquetadora 1	embudo del deposito	verificar formato	diario
		Desarmado y limpieza	Cada 2 meses
	Resistencia	limpieza sistemática de la resistencia	Semanal
		verificación de cables	
		limpieza sistemática de la resistencia	
	Eje de la mordaza	Limpieza sistemática	Semanal
		verificación condicional	Mensual
	contacto de la faja	sustitución sistemática	Semanal
		limpieza	Semestral
	cable y sello horizontal	limpieza	Semanal
		limpieza condicional	Mensual
		cambio de sello horizontal	Semestral
	cilindros	verificación visual	Semanal
		ajuste y limpieza eje vertical	Cada 5 meses
		ajuste y limpieza eje horizontal	Cada 5 meses
		Ajustes y limpieza sistemático en los sellos de la mordaza	Cada 5 meses
	Resistencia	cambio de teflón	Semanal
limpieza del área el adhesivo			
Cambio de cinta			
Empaquetadora 2	Dosificador rotatorio	verificación	semanal
		ajuste de la empaquetadura	trimestral
	Mordaza	Ajuste y limpieza sistemática	Semestral
		Verificar la barra selladora horizontal	semanal
		Cambiar la película de teflón	Semanal
		Cambie la cinta de la resistencia	
	Resistencia de la bobina	Cambie la película de teflón	Semanal
		Verificar la barra selladora horizontal	
		Cambiar la película de teflón	
	Resistencia de la bobina	Cambie la cinta de la resistencia	Semanal
		Cambie la película de teflón	
Cambie la película de teflón			
Motor	mantenimiento general	cada 5 meses	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 CÁLCULO DE LOS NUEVOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN CONFORME AL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para poder cumplir con el plan de mantenimiento demandaremos cierto número de horas. El plan de mantenimiento involucra tareas de mantenimiento con la máquina encendida (Inspecciones, verificaciones, mediciones, entre otras) y con la máquina apagada (tareas como cambio de piezas, limpieza sistemática, entre otras) Para determinar cuánto tiempo va a demandar el plan de mantenimiento se han evaluado las tareas por máquina apagada (MA) y máquina en encendida (ME) por cada equipo de la línea de producción. Conforme a las tablas número 43, 44, 45, 46, 47 y 48, respectivamente.

Tabla 50: Sumatoria total del número de horas empleadas en el plan de mantenimiento preventivo de los principales equipos

EQUIPOS	Máquina Detenida (MD)	Máquina en marcha (MM)	Total
Molino 1	11,66	9,20	20,86
sin fin 4	17,00	4,00	21,00
Zaranda	16,06	7,10	23,16
cangilones	17,56	4,40	21,96
Empaquetadora 1	18,80	2,80	21,60
Empaquetadora 2	18,80	2,80	21,60
TOTAL	99,88	30,30	130,18

Fuente: Elaboración propia

Según lo determinado por la tabla número 00 por semestre se emplearan 130 horas en el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo. De las cuales 100 horas serán con las máquinas detenida y 30,3 horas serán con las máquinas en movimiento. Calculado mensualmente sería de 16,7 horas por mes que tenemos que emplear un mantenimiento preventivo. Con estas horas mensuales procederemos a calcular los nuevos indicadores y ver como estos afectan a la producción.

3.2.2.2 CÁLCULO DE LOS NUEVOS INDICADORES OEE

Para poder calcular los nuevos indicadores y tener una mayor exactitud con los datos se ha determinado calcular nuevos indicadores de disponibilidad, rendimiento, calidad y finalmente los OEE después de haber aplicado el plan de mantenimiento preventivo en la empresa. Gracias a esto se a eliminando el 85% de horas improductivas por paradas de producción, por velocidad reducida y por productos defectuosos. El 85% es según los antecedentes ya que un plan de mantenimiento nunca eliminara el 100% de las fallas, siempre hay un margen de error. Por lo cual nuestros antecedentes señalan que gracias a un plan de mantenimiento ellos han determinado que sus horas improductivas por paradas de producción, por caídas de velocidad y por productos defectuosos se han reducido entre un 85 % a un 90 %. Por lo cual tomaremos el porcentaje más bajo ya es el resultado de

un plan de mantenimiento aplicado en una empresa similar. Así como hemos eliminado tiempo mal gastado por motivo de las continuas fallas. Tenemos que sumar el número de horas que emplearemos en poder cumplir el plan según tabla N° 50. Ya que como señala la tabla se distribuirá 100 horas de mantenimiento preventivo para lo cual detendremos la producción a lo largo del próximo semestre. Estas 100 horas serán distribuidas en todo el semestre. Por lo cual 16, 67 horas entraran por cada mes como horas planificadas para hacer mantenimiento a las máquinas. Una vez dicho esto iniciaremos con el cálculo de los indicadores a continuación:

El tiempo planificado para producir en los cuadros de producción de cada mes, son las horas con las que cuenta la empresa en total, sin realizar ninguna actividad en lo absoluto. Para poder calcularlas se determinó primero los días trabajados en el mes, multiplicados por las horas que se labora en la empresa 10 horas (7:00 am – 5:00 pm); para poder hallar la disponibilidad, rendimiento y calidad se aplico las formulas conforme al apartado 2.2.4.

Tabla 51: Producción del mes de enero 2017 – Mejora

Tiempo planificado para producir (A)	
270 Horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
254,76 Horas	94,35%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
248,76 Horas	97,75%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
151,07 Horas	98,76%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de enero la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 5,25 horas y 10 horas por feriado, Restando 270 horas menos 15,25 horas (5,25 horas + 10 horas) obtenemos 254,76 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir (254,76 horas/270 horas = 0,9435)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 4,8 horas en el mes de enero. Por lo que al restar 254,76 horas – 4,8 horas nos da un total de 249,9 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo (248,76 horas/254,76 horas=0,9775).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocessados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,76%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción válida entre la producción total de bolsas (1 072 200 bolsas dividido entre 1 085 680 bolsas) obteniendo un índice del 0,9876. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,24% como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 52: Producción del mes de febrero del 2017 - Mejora

Tiempo planificado para producir (A)	
270 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
254,49 horas	94,26%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
244,66 horas	96,14%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
101,70 horas	98,98%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de febrero la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 87,53 horas y el tiempo de preparación de 5 horas. Restando 270 horas menos 15,50 horas (10,50 horas + 5 horas) obtenemos 254,49 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($254,49 \text{ horas} / 270 \text{ horas} = 0,9426$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 9,8 horas en el mes de febrero. Por lo que al restar 254,49 horas – 9,8 horas nos da un total de 244,66 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($244,66 \text{ horas} / 254,49 \text{ horas} = 0,9614$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un índice de calidad del 98,98%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción válida entre la producción total de bolsas (944 750bolsas dividido entre 954 530 bolsas) obteniendo un índice del 0,9898. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,02% como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 53: Producción del mes de marzo del 2017 – Mejora

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
246,87 horas	94,95%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
238,65 horas	97,01%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
91,71 horas	99,15%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de marzo la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 260 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 13,12 horas. Restando 260 horas menos 13,12 obtenemos 246,87 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($246,87 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,9495$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 7,34 horas en el mes de marzo. Por lo que al restar 246 horas – 7,34 horas nos da un total de 238,65 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($238,65 \text{ horas} / 246 \text{ horas} = 0,9701$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 99,15%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (967 450 bolsas dividido entre 975 790 bolsas) obteniendo un índice del 0,9915. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 0,85 % como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 54: Producción del mes de abril del 2017 – Mejora

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
239,44 horas	92,09%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
229,34 horas	95,78%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
86,01 horas	99,31%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de abril la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 10,50 horas y el tiempo de preparación de 10 horas por feriado. Restando 260 horas menos 20,50 horas (10,50 horas + 10 horas) obtenemos 239,44 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($239,44 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,9209$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 10,101 horas en el mes de abril. Por lo que al restar 239,44 horas – 10,101 horas nos da un total de 229,34 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo ($229,34 \text{ horas} / 239,44 \text{ horas} = 0,9578$).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 99,31%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (824 250bolsas dividido entre 829 990 bolsas) obteniendo un índice del 0,9931. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 0,9931 % como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 55: Producción del mes de mayo del 2017 - Mejora

Tiempo planificado para producir (A)	
260 horas	
Tiempo operativo (B)	DISPONIBILIDAD
242,13 horas	96,13%
Tiempo de funcionamiento (C)	RENDIMIENTO
235,48 horas	97,46%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD
106,01 horas	99,07%

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de mayo la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 26 días, acumulando un total de 260 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 7,8648 horas y el tiempo de preparación de 10 horas por feriado. Restando 260 horas menos 17,865 horas (7,87 hora + 10) obtenemos 242,13 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir ($242,12 \text{ horas} / 260 \text{ horas} = 0,9613$)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 6,15 horas en el mes de mayo. Por lo

que al restar 242,12 horas – 6,15 horas nos da un total de horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo (235,97 horas/ 242,12horas= 0,9746).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 99,07%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (842 250 bolsas dividido entre 850 178 bolsas) obteniendo un índice del 0,9907. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 0,93 % como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

Tabla 56: Producción del mes de junio del 2017 - Mejora

Tiempo planificado para producir (A)		
270 horas		
Tiempo operativo (B)		DISPONIBILIDAD
259,75 horas		96,20%
Tiempo de funcionamiento (C)		RENDIMIENTO
136, 4546 horas		96,54%
Tiempo Productivo (D)	CALIDAD	
134,83 horas	98,81%	

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

El mes de junio la empresa Kar & Ma S.A.C, trabajo 27 días, acumulando un total de 270 horas de tiempo planificado para producir. Para poder hallar el tiempo operativo se le resta el tiempo de paro por averías (tiempo muerto y reparaciones) con un total de 5,25horas y el tiempo de preparación de 10 horas por feriado. Restando 270 horas menos 10,25 horas (5,25 horas + 10 horas) obtenemos 259,75 horas de tiempo operativo. Por lo que la disponibilidad resultaría de dividir el tiempo operativo entre el tiempo planificado de producir (259,75 horas/270 horas = 0,9620)

Para hallar el tiempo de funcionamiento se le resta al tiempo operativo las pequeñas paradas y caídas de velocidad, que dan un total de 8,97 horas en el mes de junio. Por lo que al restar 259,75 horas – 8,97 horas nos da un total de 250,78 horas del verdadero tiempo de funcionamiento. Para hallar el rendimiento dividimos el tiempo de funcionamiento entre el tiempo operativo (250,78 horas/259, 75horas= 0,9654).

Finalmente la calidad se haya dividiendo el tiempo productivo entre el tiempo de funcionamiento. Para hallar el tiempo de productivo se le resta al tiempo de funcionamiento, el tiempo empleado en productos defectuosos y reprocesados. Obteniendo un indicar de calidad del 98,87%. Y esto se puede corroborar con los controles de producción de sellado de bolsa que maneja la empresa:

Con estos datos podemos también hallar un índice de calidad dividiendo la producción valida entre la producción total de bolsas (683 500 bolsas dividido entre 691 344 bolsas)

obteniendo un índice del 0,9881. Aunque sea un número considerable de bolsas rechazadas solo representa el 1,13 % como tasa de rechazo por eso la calidad sigue siendo uno de los puntos fuertes de la empresa.

3.2.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS NUEVOS INDICADORES OEE PARA SU RESPECTIVA EVALUACIÓN

El indicador Overall Equipment Efficiency (OEE) comprende 3 indicadores fundamentales en la empresa para poder medir su eficiencia con respecto al trabajo realizado en el área de producción. Conforme a esto, después de haber realizado el cálculo de los indicadores se a graficado los resultados de cada mes (enero a o junio del 2017) para poder realizar su evaluación e interpretación del sistema productivo conforme a las tablas N° 51, 52, 53, 54, 55 y 56, respectivamente.

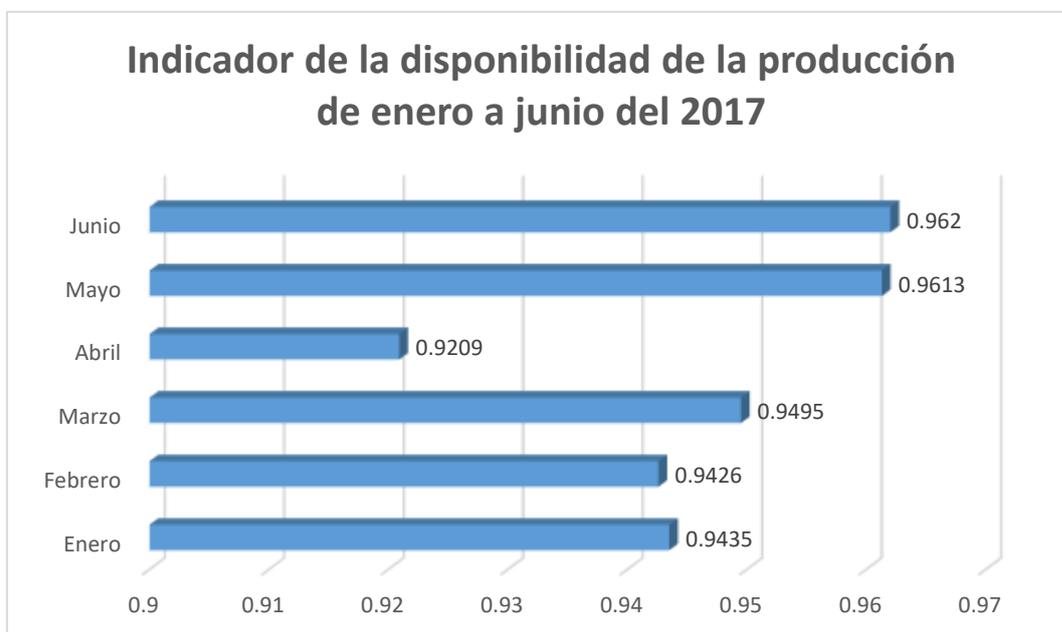


Figura 18: Mejora del Indicador de la disponibilidad de la producción de enero a junio del 2017

Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C

En la figura se puede observar que los indicadores de disponibilidad han aumentado considerablemente, todos superan el 65% en comparación de un inicio. Casi todos alcanzan valores óptimos, mayor o igual que 75%. A excepción del mes de diciembre que está por debajo de los 66% que tiene un 86%. Todo esto se debe a que el tiempo planificado es muy algo en casi todo los meses. Ya que todos los meses presentan pausas considerables a la hora de determinar el indicador de disponibilidad.

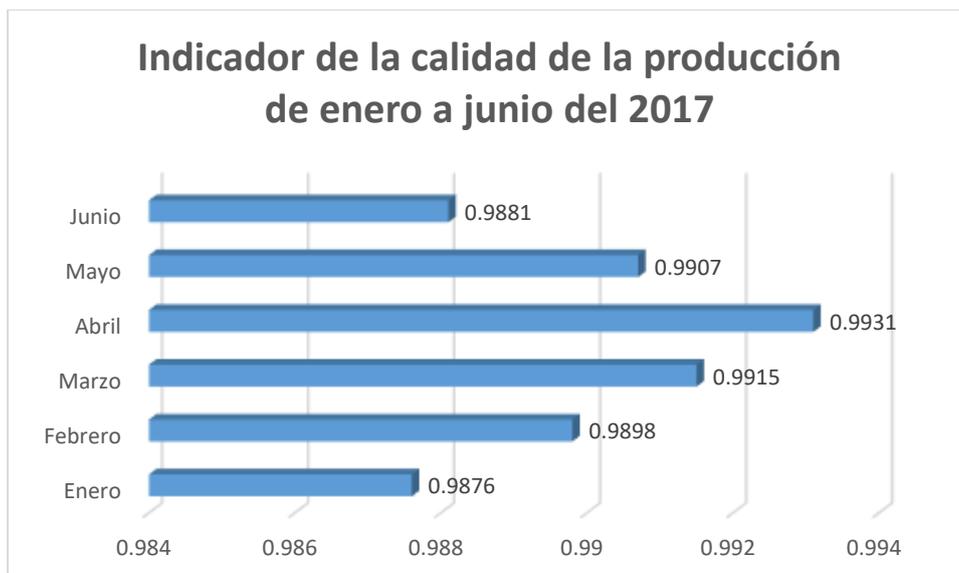


Figura 19: Mejora del Indicador de la calidad de la producción de enero a junio del 2017
Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C

En la figura se observa que los indicadores de calidad cumplen con los estándares mundiales ya que todos están por encima del 95%. Esto se debe a que el porcentaje de bolsas mal selladas herméticamente es muy reducido, en promedio 1,2%. Por lo cual a la hora de determinar el indicador de calidad este resulta excelente. No obstante el hecho de que salgan en promedio 10 000 bolsas rechazadas. Equivale a 200 empaques un total de 600 soles mensuales que se pierden en bolsas mal selladas.

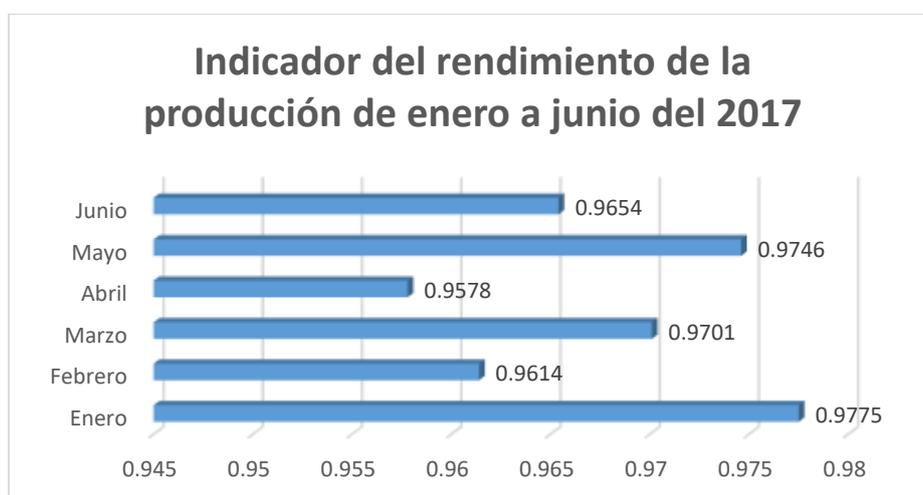


Figura 20: Mejora del Indicador de la rendimiento de la producción de enero a junio del 2017
Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C

En la siguiente figura podemos ver cómo ha mejorado considerablemente el rendimiento. Todos están por encima del 70%. Tanto así que se podría decir que la empresa ha podido

alcanzar un rendimiento óptimo de más del 75%. El aumento de los indicadores de rendimiento se debe a que la producción neta a aumenta en entre 300 a 1200 paquetes por mes debido a que las maquinas automatizas han está en buen funcionamiento conforme al plan de mantenimiento.



Figura 21: Mejora del Indicador de la rendimiento de la producción de enero a junio del 2017

Fuente: Empresa Kar&Ma S.A.C

Se observa, que en los 5 meses dentro del área de producción de Kar & Ma S.A.C. Se observa que solamente los meses de setiembre y julio se encuentran dentro de los estándares óptimos de un indicador OEE, y los 3 meses restantes están por debajo del 60 %. Por lo que la empresa presenta una eficiencia regular de su sistema de producción. La empresa puede mejorar ya que cuenta con un plan que la ayudara. Pero hay temas que salen de las manos del responsable de producción o el que planifica la calidad. Como es el tiempo planificado en el cual se encuentran las pausas de producción ya sea por motivos personales, mejoras dentro del proceso, días donde se va la luz, etc. Son condiciones que únicamente las puede controlar la gerente de la empresa en este caso de la empresa Kar & Ma S.A.C.

Tabla 57: Indicadores OEE antes y después de la mejora

Mes	Diagnóstico	Plan de mantenimiento	Diferencia simple
Enero	55,82%	91,08%	35,27%
Febrero	37,26%	89,70%	52,43%
Marzo	34,85%	91,33%	56,48%
Abril	32,45%	87,60%	55,14%
Mayo	40,09%	92,82%	52,73%
Junio	49,94%	91,77%	41,83%

En la siguiente tabla podemos observar los indicadores de la situación actual de empresa (diagnóstico) como los indicadores una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo. A simple vista vemos una diferencia considerable después de haber aplicado el plan de mantenimiento preventivo. Para una interpretación final tomando como punto de referencia el menor valor del mes de abril, 87,60%. Concluimos que la empresa entraría dentro de los valores óptimos. Considerándose como buena ($85\% < OEE < 95\%$) Señalando una buena competitividad una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo.

3.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA KAR & MA S.A.C.

3.2.1 COSTOS FIJOS

3.3.1.1 Plan de mantenimiento preventivo

La propuesta del plan de mantenimiento preventivo que se ha planteado para la empresa Kar & Ma tiene su beneficio en que la empresa no contaba con un programa de mantenimiento preventivo, por lo tanto el beneficio que dará es el reducir las paradas de producción reflejándose en los costos de producción de mantenimiento. Todos estos problemas se ven reflejados en los diferentes equipos de la empresa. El plan de mantenimiento intenta mejorar el funcionamiento y durabilidad de las máquinas, teniendo como resultado una mayor eficiencia en los procesos y en la planificación de sus actividades de mantenimiento llegando así a reducir los costos de producción que se ven afectados por los de mantenimiento.

Tabla 58: Lista de los costos fijos de la implementación del plan de mantenimiento preventivo Kar & Ma S.A.C

Ítems	Costos unitarios	Cantidad	Sub total
Organizador para registros	400	1	400
Papel bon A4	15	12	180
Artículos variados de oficina (lapiceros, lápices, borradores, etc.)	80	1	80
TOTAL			498

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.2 Personal

Para la realización de las tareas se contrata a personal calificado. Que pueda cumplir con las actividades de mantenimiento sin ningún problema. El cual se encargara del mantenimiento de los cangilones, sin fines, tamiz, horno enfriador, tamiz. Para lo cual tiene que tener un conocimiento de motores, mecánica funcionamiento.

Para lo que es las maquinas automatizadas se contara con un técnico especialista en electricidad industrial. Debido a que la maquina utiliza un sistema operativo CLP, además que en el plan de mantenimiento preventivo se realizaran mediciones de aislamiento entre otras técnicas. Por lo cual la persona tiene que tener el conocimiento necesario para así poder operarlo sin ningún inconveniente. De igual forma se contratara un especialista en vibraciones (técnico)

Así mismo se contratara a personal con experiencia mínima de 1 año con relación a puestos similares y conocimiento de máquinas eléctricas.

Tabla 59: Nuevo personal para la realización de las tareas

Especialidad	Cantidad	Sueldo	soles/ semestre
Técnico maquinista	1	1 200	7 200
Técnico electricidad industrial	1	1 200	7 200
Técnico de vibraciones	1	1 200	7 200
Total	4	2 400	21 600

Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 COSTOS VARIABLES

A continuación procederemos a calcular cuando es el costo Hora-hombre en realidad, para el total de horas que demanda cumplir con el plan de mantenimiento.

Ahora calcularemos cuando es que ganara el técnico encargado por hora de trabajo. Teniendo en cuenta que cada uno gana S/.1200/ mes. Hemos calculado que por día están ganando S/46,10 soles (1 200 soles/ 26 días) lo que lleva a que por hora ellos estén ganando un total de S/ 4,61 soles (S/ 46,10/ 10 horas). A partir de estos **S/4,61** se va a determinar el costo de mano obra multiplicándolo por el tiempo empleado en el plan de mantenimiento. Obteniendo así el costo total por reparación.

Tabla 60: Total de horas empleadas para la realización del plan de mantenimiento

EQUIPOS	Máquina apagada (MA)	Máquina encendida (ME)	Total	Costo (Horas/Hombre)	Sub total (soles)
Molino 1	11,66	9,20	20,86	4,61	96,16
sin fin 4	17,00	4,00	21,00	4,61	96,81
Zaranda	16,06	7,10	23,16	4,61	106,78
cangilones	17,56	4,40	21,96	4,61	101,24
Empaquetadora 1	18,80	2,80	21,60	4,61	99,58
Empaquetadora 2	18,80	2,80	21,60	4,61	99,58
TOTAL					600,14

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 capacitaciones

Las capacitaciones se realizarán 4 veces por año. Sobre todo para aquellos equipos que son más complejos o requieren un mayor cuidado. Al ser 4 capacitaciones por año la empresa gastará un total de S/.1600/ año. Asumiendo que por cada capacitación individual se gastará S/100. Se buscará capacitaciones teóricas y prácticas al finalizar todas las capacitaciones se rendirá un examen para evaluar que tanto han aprendido y si han servido las charlas y talleres dictados.

Tabla 61: Cronograma de capacitación para la implementación del plan de mantenimiento en la empresa Kar & Ma S.A.C.

Semanal/ Actividades	Primera semana	Segunda semana	tercera semana	Cuarta semana	Quinta semana
Capacitación	Mantenimiento de motores eléctricos Introducción al mantenimiento de la empaquetadora	Medición del aislamiento mediante equipos electrónicos	Medición de las vibraciones mediante Fluke 805 Medidor de vibraciones	Montaje y desmontaje de chumaceras, rodamientos y aplicación de lubricante	
Taller	Mantenimiento de motores eléctricos	Medición del aislamiento mediante equipos electrónicos	Medición de las vibraciones mediante Fluke 805 Medidor de vibraciones	Montaje y desmontaje de chumaceras, rodamientos y aplicación de lubricante	
Examen					Oficinas

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 COSTOS FINANCIEROS

3.2.3.1 Repuestos

Los repuestos varían dependiendo del equipo al que pertenezca. Los repuestos que han sido considerados en el plan de mantenimiento son aquellos que conforme a los registros representaron una pérdida de tiempo para su adquisición en el momento que se tenía que reemplazar. Así mismo son que mayor frecuencia de cambio tienen.

Tabla 62: Lista de repuestos con su frecuencia de falla en un periodo de 6 meses, las unidades y el precio de cada respuesto indicando a que equipo pertenece

EQUIPO	SUB-EQUIPO	COMPONENTE	COSTO (soles)
Transportador tornillo sinfin4	sin fin	Cambio de rodajes	240
Zaranda	motor	mantenimiento general	700
	faja	Reemplazo	500
	Maya de zaranda	verificación con galgas	300
		Reemplazo de la maya	300
Molino	martillos	Alternar lados	200
	martillos	cambio	1 000
Elevador	cangilones	Cepillo de acero	50
		martillo de goma	70
	Faja	verificación con galgas	300
Empaquetadora 1	embudo del deposito	Cepillo de acero	50
		martillo de goma	70
	Resistencia	resistencia	240
	Eje de la mordaza	trapos industriales	20
	contacto de la faja	contacto	100
	cable y sello horizontal	cambio de sello horizontal	813
	Cilindros	compresora de 2 Hp	2 000
	Resistencia	cambio de teflón	240
		Cambio de cinta	240
Empaquetadora 2	Dosificador rotatorio		
	Mordaza	trapos industriales	20
		Cambiar la película de teflón	240
		Cambie la cinta de la resistencia	240
		Cambie la película de teflón	240
	Resistencia de la bobina	Cambiar la película de teflón	240
		Cambie la cinta de la resistencia	240
		Cambie la película de teflón	240
Motor	mantenimiento general	800	
TOTAL			9 693

Fuente: Elaboración propia

Finalmente los instrumentos de medición fundamentales para el plan de mantenimiento, entre grasa, lubricación para motores, solvente y pintura para motores.

Tabla 63: Instrumentos de medición conforme al plan de mantenimiento preventivo y otros materiales

Instrumento	Precio (Soles)	Unidades
Pinza amperimetrica	700	Kw
Megometro	1 300	Kw
Herramienta Rache + juego de dados	200	5/8,1/2, 3/4
Fluke 805 Medidor de vibraciones	4000	
Grasa de litio multiusos EP - 2	9.60	453 gr
desengrasante dieléctrico solvent dielectric ss-25	45	1 gal
Grasa para rodamiento verdes	20.60	453 gr
Pintura epoxi	50	1 gal
Infrarrojo alineador	1 000	
Total	7 324.6	-

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 COSTOS DE FALLAS

3.2.4.1 Pérdidas de producción por paradas.

Debido a que en su mayoría para la realizar las actividades de mantenimiento preventivo tienen que ser con las maquinas apagadas esto representa un ingreso que la empresa deja de percibir para poder cumplir con su plan de mantenimiento y así poder tener la mayor disponibilidad, rendimiento y calidad de su línea. El total de horas de mantenimiento para cumplir con el plan es de 130,18 horas entre máquina apagada y máquina encendida.

De todas estas horas, 120 horas son con las maquinas parada. Por lo cual se evaluara cuánto dinero la empresa deja percibir en un año aproximadamente

Tabla 64: Número de horas al año de mantenimiento planificado con parada de la producción al año

EQUIPOS	Máquina Apagada (MA)	Máquina encendida (ME)	Total
Molino 1	11,66	9,20	20,86
sin fin 4	17,00	4,00	21,00
Zaranda	16,06	7,10	23,16
cangilones	17,56	4,40	21,96
Empaquetadora 1	18,80	2,80	21,60
Empaquetadora 2	18,80	2,80	21,60
TOTAL	100	30,30	130,18

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del impacto a la producción debido al mantenimiento preventivo que se realiza con la máquina apagada (MA) de 100 horas. Vamos a distribuirlo a lo largo de un semestre laboral las 100 horas conforme al plan de mantenimiento.

Son 100 horas de mantenimiento en un semestre de trabajo. Por lo tanto por mes será 16,67 horas (100 horas / 6 meses) para poder cumplir con el plan de mantenimiento. Además recordemos que la empresa empleaba 10 horas mensualmente en orden y limpieza que muchas veces lo destinan para mantenimiento correctivo por lo tanto este tiempo lo utilizaremos para cumplir con nuestro plan mensualmente por lo tanto solo nos quedaran 6,67 (16,67 horas – 10 horas) horas que obligatoriamente las sumaremos para poder cumplir con nuestro plan.

Conforme a mi tabla número 65 el impacto a la producción por aplicar mi plan de mantenimiento preventivo asciende a 8 100 soles

Tabla 65: Cálculo del dinero que se deja de percibir por las paradas de producción debido al mantenimiento planificado

Horas/ Semestre	100
Producción promedio de paquetes por hora	90
Producción de paquetes/Semestre Que se deja de producir	9 000
Total de dinero que se deja de percibir por semestre laboral	8 100

Fuente: Elaboración Propia

El 100 viene a ser las horas empleadas en cumplir con el plan de mantenimiento. 900 es el número de paquetes que en promedio se produce por día. Multiplicando estos dos me sale la cantidad de paquetes que se deja de producir por cumplir con el plan de mantenimiento. Además sabiendo que al día en promedio se producen 900 paquetes de sal de medio kilo y que por día trabajan 10 horas, y que la contribución marginal por paquete es de 0,90 céntimos, calculamos lo siguiente:

3.2.5 COSTOS INTEGRALES

Tabla 66: Resumen de costos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Kar & Ma

En la tabla Numero 66 se muestra un resumen de todos los costos involucrados para poder desarrollar un plan de mantenimiento preventivo. Los costos fijo se pueden ver a mayor detalle en la tabla N° 58, los costos variables en la tabla N° 60, 61, los costos financieros e la tabla N°62, 63 y los costos por fallas los podemos ver la tabla N° 64, 65, respectivamente.

Costos Integrales		Precio (Soles)
Costos Fijos	Materiales para implementar	498
Costos variables	Mano de obra (Hora-Hombre)	600,1
	Capacitaciones	1 600
Costos financieros	Repuestos	9 693
	Instrumentos, otros	7 324,6
Costos por falla	Dinero perdido por paradas de producción	8 100
TOTAL		27 815,7

Fuente: Elaboración Propia

Al calcular nuestros costos integrales, se obtiene el costo total para la implementación del plan de mantenimiento preventivo, dirigido a la empresa Kar & Ma S.A.C la cifra de S/27 815,7.

Tabla 67: COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL CON LA SITUACIÓN PROPUESTA

DETALLES		Dinero invertido en mantenimiento (S/)
Beneficios	Impacto a la producción	35 449,2
	Costo de reparación	18 083,33
	-Mano de obra -Respuestas	
Total de beneficio		53 532, 53
Costo total de la inversión		27 815,7
Razón beneficio costo		1,92

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla podemos ver el beneficio que trae consigo el plan de mantenimiento preventivo. Un beneficio en el impacto de la producción, que es todo lo que hubiera dejado de ganar, el costo de reparación que es lo que la empresa invierte en mano de obra y repuestos por no contar con un plan de mantenimiento preventivo. Ascendiendo a un total de 53 532 soles.

Por otro lado los 27 815,7 soles es el dinero que yo invertiría para implementar mi plan de mantenimiento viéndose a más detalle en la tabla 66.

3.2.6 PERIODO DE RECUPERACIÓN

El tiempo de recuperación de la inversión será calculado con el monto inicial de la inversión dividido entre el beneficio anual que percibe la empresa si se implementase el sistema mantenimiento preventivo.

Periodo de Recuperación= $\frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Beneficio anual}}$

Periodo de Recuperación= $\frac{27\ 815,7}{53\ 532,53}$

Periodo de Recuperación=0,52 años x 12 meses 1 año

Periodo de Recuperación=6 meses y 24 días

Del periodo de recuperación calculado se obtiene que la empresa recuperaría su inversión en 6 meses y 24 días, tiempo de corto plazo que evidencia que la implementación del sistema de mantenimiento preventivo es factible para la empresa Kar & Ma S.A.C.

IV. CONCLUSIONES

- A partir del diagnóstico de la situación actual de la empresa se determinó que las principales en las que se centró el plan de mantenimiento preventivo son 6. El molino 1, tornillo sin fin 4, elevador de cangilones, la zaranda, empaquetadora 1 y empaquetadora 2.
- Con la elaboración de los indicadores OEE se determinó el estado actual de las máquinas tanto en calidad, rendimiento y disponibilidad. En conjunto los indicadores iniciales del OEE hallados en el diagnóstico, se incrementó gracias al plan de mantenimiento preventivo de 55,821% a 91,08 % en el mes de enero, de 37,26% a 89,79% en el mes de febrero, de 34,846% a 91,33% en el mes de marzo, de 32,45% a 87,69% en el mes de abril, de 40,087% a 92,82% en el mes de mayo y finalmente de 49,94% a 91,77% en el mes de junio. En otras palabras se pudo decir que la empresa una vez aplicado el plan se encontraría dentro de los valores óptimos. Tomando como punto de referencia el menor valor, abril con 87,60%. Considerándose como buena ($85\% < OEE < 95\%$). Señalando una buena competitividad una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo.
- El beneficio costo fue de 1,9 soles con un periodo de recuperación de 6 meses y 24 días por lo que se concluye que la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo es factible para la empresa Kar & Ma S.A.C.
- La calidad fue uno de los indicadores más elevados dentro de la empresa, encontrándose mayormente por arriba de los 95%. El margen de error se encuentre entre 1.5% a 2%, pero hubo que tener en cuenta que por más que fue un porcentaje muy reducido. Represento una gran cantidad de productos que se dejó de producir. En otras palabras si hubiésemos hablado de una tasa de rechazo del 1 en solo un mes hubiera equivalido a 8 340 unidades un margen de S/7 506 soles que la empresa deja de percibir. La empresa en este periodo de evolución ha manejado una tasa de rechazo de entre 0,5% a un 2,05% por mes.

V. RECOMENDACIONES

- Conforme vaya creciendo la empresa se puede pensar implementar a futuro un sistema gestión para el área de mantenimiento. Basando en la ISO 55 000 de requerimientos para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora de un sistema de gestión de activos
- El mantenimiento va de la mano con la seguridad y salud en el trabajo. El próximo paso de la empresa sería la implementación de ley 29783. Ya que contar con un plan de mantenimiento en el cual los operarios van a estar en continuo contacto con las máquinas genera un riesgo potencial, pero con los debidos cuidados, se podrá realizar disminuyendo los riesgos. Así mismo la implementación y normas para la empresa es un gran aporte porque abrirían puertas a otros mercados, nacionales e internacionales.
- El transportador sin fin Número 4 es el equipo que mayores pérdidas está generando conforme al diagrama de Pareto. Teniendo en cuenta que la empresa cuenta con 4 transportadores de tornillo sin fin de los cuales el último es el que más gastos genera. Todo esto nos lleva a que conforme se vaya desarrollando el plan se puede optar por reemplazar este equipo, si con el plan de mantenimiento no generara un cambio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Barrios Aracelis *et al* (2012). El Mantenimiento en el Desarrollo de la gestión Empresarial. Fundamentos Teóricos. Observatorio de la Economía Latinoamericana, 1-4.
- [2] Blogspot. Motores y controladores eléctricos. <http://Apoyoelectrico.Blogspot.pe/2016/03/motores-trifásicos.html> (consultada el 20 de marzo de 2016)
- [3] Cabrera *et al.* “Overall Equipment Effectiveness (OEE) Diagnosis and improving in a Small Business as an Essential tool for Business Competitiveness”, ISCA, México. 2013
- [4] Carlos Boero. Mantenimiento Industrial. Córdoba: Universitas. Editorial científica universitaria. 2012.
- [5] Cooperación Técnica Alemana. 2011. Manual de molino de cereales y picadora de forraje. Bolivia: Proyecto EnDev Bolivia. 2011.
- [6] Consultora Cdiconsultoria. Ver_El indicador OEE. <http://www.cdiconsultoria.es/sites/default/files/docsPaginas/Indicador%20OEE.df>(Consultada el 29 de mayo del 2016)
- [7] Chauvin Arnoux. Guía de la medición de aislamiento. Barcelona: Chauvin Arnoux Ibérica, S.A. 2010.
- [8] Fernández cabanas, Manés et al. Técnicas para el mantenimiento diagnóstico de máquinas eléctricas. Barcelona: Marcombo S.A. 2011
- [9] Jain, Sanjay. Parihar, Soniya. “Calculation of OEE for an Assembly Process”, IJIRMET, India, Julio 2012.
- [6] Muhammad, Abdus. Muhammed, Rifat. “Analysis of Performance by Overall Equipment Effectiveness of the CNC Cutting Section of a Shipyard”, ARPN, India, Diciembre 2012.
- [10] García Garrido. La contratación del mantenimiento industrial. Ediciones Días de Santos. Madrid. 2013
- [11] Informe de prácticas de la empresa Kar & Ma S.A.C. 2016. Lambayeque: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
- [12] Jesus López Boada et al. Ingeniería del transporte. Madrid: Uned. 2012

- [13] Jeff Keljik. Electricidad 4: Motores de CA/CC, controles y mantenimiento. Buenos Aires: Cengage learning. 2011
- [14] José R. Aguilar Otero. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo. 2010
- [15] José Manzano Orrego. Máquinas Eléctricas. Madrid: Ediciones Paraninfo. 2014
- [16] José María de bona. Gestión del mantenimiento. Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones. Fundación confemetal. 2012
- [17] Lluís Cuatrecasas LL. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático. 2013
- [18] Lluís Cuatrecasas. TPM Total Productive Maintenance. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Barcelona: Ediciones Gestión 2000
- [19] Registro de fallas de la producción de la empresa Kar & Ma S.A.C. Lambayeque (Perú). 2015
- [20] Santiago García Garrido. Organización y gestión integral de mantenimiento, Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Madrid: 2012
- [21] Singireus, Rao. Vibraciones mecánicas. 5ª edición. Mexico: Pearson. 2012
- [22] SKF Manual Lubricación Cantidad y frecuencia de Engrase en grasas. 2013
- [24] Teófilo Eugenio Nieto, Perú. Pag 67 Enero. 2013
- [25] T. Gates. Mantenimiento Preventivo de Correas y Transmisiones. 2013

VII. ANEXOS

A partir del anexo 1 hasta al anexo 5 son los registros del control de sellado de las bolsas de la empresa Kar & Ma S.A.C que han servido de información para poder determinar en parte los indicadores de eficiencia para el cálculo de los OEE.

Anexo 1: Control de sellado de bolsas del mes de enero 2017

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)						
CODIGO: RG-BPM-CPRODUCC 002								
MES: _____								
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.								
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kg)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE	
					Nº	%	Nº	%
1	01/06/16			0	0		0	
2	02/06/16	791	0.85	39890	340	0.85%	39550	99.15%
3	03/06/16	374	0.40	18860	160	0.85%	18700	99.15%
4	04/06/16	255	0.70	13030	280	2.15%	12750	97.85%
5	05/06/16			0	0		0	
6	06/06/16	387	1.20	19830	480	2.42%	19350	97.58%
7	07/06/16	835	0.85	42090	340	0.81%	41750	99.19%
8	08/06/16	1123	0.60	56390	240	0.43%	56150	99.57%
9	09/06/16	90	0.30	4620	120	2.60%	4500	97.40%
10	10/06/16	628	1.25	31900	500	1.57%	31400	98.43%
11	11/06/16	120	1.20	6480	480	7.41%	6000	92.59%
12	12/06/16			0	0		0	
13	13/06/16	367	0.80	18670	320	1.71%	18350	98.29%
14	14/06/16			0	0		0	
15	15/06/16			0	0		0	
16	16/06/16			0	0		0	
17	17/06/16	1189	0.95	59830	380	0.64%	59450	99.36%
18	18/06/16	361	0.35	18190	140	0.77%	18050	99.23%
19	19/06/16			0	0		0	
20	20/06/16			0	0		0	
21	21/06/16	826	1.00	41700	400	0.96%	41300	99.04%
22	22/06/16	1054	3.50	54100	1400	2.59%	52700	97.41%
23	23/06/16	1025	1.20	51730	480	0.93%	51250	99.07%
24	24/06/16	454	1.45	23280	580	2.49%	22700	97.51%
25	25/06/16	457	0.95	23230	380	1.64%	22850	98.36%
26	26/06/16			0	0		0	
27	27/06/16	841	2.00	42850	800	1.87%	42050	98.13%
28	28/06/16	133	0.50	6850	200	2.92%	6650	97.08%
29	29/06/16	344	0.55	17420	220	1.26%	17200	98.74%
30	30/06/16	641	1.25	32550	500	1.54%	32050	98.46%
31				0	0		0	
TOTALES:		12295	21.85	623490.00	8740.00	1.83%	614750	98.17%
PERSONAL EJECUTOR				RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Los días señalados con color rojo son los días no laborables del mes. Y los días con color amarillo son las pausas que se realizaron en ese mes. Por diferentes motivos: se fue la luz, no se produjo ese día, se arregló alguna parte, se mejoró algo, etc.

Anexo 2: Control de sellado de bolsas del mes de febrero 2017

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)						
CODIGO: RG-BPM-CPRODUCC 002								
MES: _____								
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.								
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kg)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE	
					Nº	%	Nº	%
1	01/07/16	584	0.70	29480	280	0.95%	29200	99.05%
2	02/07/16	292	0.90	14960	360	2.41%	14600	97.59%
3	03/07/16			0	0		0	
4	04/07/16	960	1.50	48600	600	1.23%	48000	98.77%
5	05/07/16	454	1.00	23100	400	1.73%	22700	98.27%
6	06/07/16			0	0		0	
7	07/07/16			0	0		0	
8	08/07/16	868	1.90	44160	760	1.72%	43400	98.28%
9	09/07/16	520	0.55	26220	220	0.84%	26000	99.16%
10	10/07/16			0	0		0	
11	11/07/16	1000	2.05	50820	820	1.61%	50000	98.39%
12	12/07/16	1610	1.10	80940	440	0.54%	80500	99.46%
13	13/07/16	1120	1.40	56560	560	0.99%	56000	99.01%
14	14/07/16			0	0		0	
15	15/07/16	1280	3.05	65220	1220	1.87%	64000	98.13%
16	16/07/16	851	1.65	43210	660	1.53%	42550	98.47%
17	17/07/16	623	1.70	31830	680	2.14%	31150	97.86%
18	18/07/16	692	1.30	35120	520	1.48%	34600	98.52%
19	19/07/16	790	2.00	40300	800	1.99%	39500	98.01%
20	20/07/16	1047	2.20	53230	880	1.65%	52350	98.35%
21	21/07/16	1138	2.85	58040	1140	1.96%	56900	98.04%
22	22/07/16	515	1.50	26350	600	2.28%	25750	97.72%
23	23/07/16			0	0		0	
24	24/07/16			0	0		0	
25	25/07/16			0	0		0	
26	26/07/16	1151	1.95	58330	780	1.34%	57550	98.66%
27	27/07/16	749	1.60	38090	640	1.68%	37450	98.32%
28	28/07/16	647	1.10	32790	440	1.34%	32350	98.66%
29	29/07/16			0	0		0	
30	30/07/16	1133	1.70	57330	680	1.19%	56650	98.81%
31	31/07/16			0	0		0	
TOTALES:		18024	33.7	914680	13480	1.55%	901200	98.45%
PERSONAL EJECUTOR				RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Anexo 3: Control de sellado de bolsas del mes de marzo 2017

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)						
CODIGO: RG-BPM-CPRODUCC 002								
MES: _____								
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.								
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kgr)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE	
					Nº	%	Nº	%
1	01/08/16	1044	2.70	53280	1080	2.03%	52200	97.97%
2	02/08/16	311	0.65	15810	260	1.64%	15550	98.36%
3	03/08/16			0	0		0	
4	04/08/16	1008	1.35	50940	540	1.06%	50400	98.94%
5	05/08/16	984	0.85	49540	340	0.69%	49200	99.31%
6	06/08/16	973	2.10	49490	840	1.70%	48650	98.30%
7	07/08/16			0	0		0	
8	08/08/16	728	1.00	36800	400	1.09%	36400	98.91%
9	09/08/16	982	1.30	49620	520	1.05%	49100	98.95%
10	10/08/16	206	1.20	10780	480	4.45%	10300	95.55%
11	11/08/16			0	0		0	
12	12/08/16			0	0		0	
13	13/08/16			0	0		0	
14	14/08/16				0		0	
15	15/08/16	243	0.80	12470	320	2.57%	12150	97.43%
16	16/08/16	292	1.20	15080	480	3.18%	14600	96.82%
17	17/08/16	38	0.15	1960	60	3.06%	1900	96.94%
18	18/08/16			0	0		0	
19	19/08/16	695	1.15	35210	460	1.31%	34750	98.69%
20	20/08/16	945	1.00	47650	400	0.84%	47250	99.16%
21	21/08/16			0	0		0	
22	22/08/16	1211	1.25	61050	500	0.82%	60550	99.18%
23	23/08/16	1148	1.30	57920	520	0.90%	57400	99.10%
24	24/08/16	1081	0.65	54310	260	0.48%	54050	99.52%
25	25/08/16	1102	2.95	56280	1180	2.10%	55100	97.90%
26	26/08/16	977	2.05	49670	820	1.65%	48850	98.35%
27	27/08/16			0	0		0	
28	28/08/16			0	0		0	
29	29/08/16	514	0.40	25860	160	0.62%	25700	99.38%
30	30/08/16	174	0.25	8800	100	1.14%	8700	98.86%
31	31/08/16	135	0.15	6810	60	0.88%	6750	99.12%
TOTALES:		14791	24.45	749330	9780	1.58%	739550	98.42%
PERSONAL EJECUTOR			CALIDAD					

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Anexo 4: Control de sellado de bolsas del mes de abril 2017

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)							
CODIGO: RG-BPM-CPRODUCC 002									
MES: _____									
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.									
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kg)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE		
					Nº	%	Nº	%	
1	01/09/16	805	0.70	40530	280	0.69%	40250	99.31%	
2	02/09/16	1150	0.60	57740	240	0.42%	57500	99.58%	
3	03/09/16	999	1.10	50390	440	0.87%	49950	99.13%	
4	04/09/16			0	0		0		
5	05/09/16	965	1.30	48770	520	1.07%	48250	98.93%	
6	06/09/16	899	1.10	45390	440	0.97%	44950	99.03%	
7	07/09/16	286	1.55	14920	620	4.16%	14300	95.84%	
8	08/09/16	374	1.05	19120	420	2.20%	18700	97.80%	
9	09/09/16	133	0.60	6890	240	3.48%	6650	96.52%	
10	10/09/16	247	0.20	12430	80	0.64%	12350	99.36%	
11	11/09/16			0	0		0		
12	12/09/16	722	1.15	36560	460	1.26%	36100	98.74%	
13	13/09/16	732	0.95	36980	380	1.03%	36600	98.97%	
14	14/09/16	492	0.20	24680	80	0.32%	24600	99.68%	
15	15/09/16	508	0.25	25500	100	0.39%	25400	99.61%	
16	16/09/16	370	0.70	18780	280	1.49%	18500	98.51%	
17	17/09/16	404	0.40	20360	160	0.79%	20200	99.21%	
18	18/09/16			0	0		0		
19	19/09/16	418	0.75	21200	300	1.42%	20900	98.58%	
20	20/09/16	852	1.40	43160	560	1.30%	42600	98.70%	
21	21/09/16	303	0.45	15330	180	1.17%	15150	98.83%	
22	22/09/16	369	0.50	18650	200	1.07%	18450	98.93%	
23	23/09/16	384	0.85	19540	340	1.74%	19200	98.26%	
24	24/09/16	339	0.40	17110	160	0.94%	16950	99.06%	
25	25/09/16			0	0		0		
26	26/09/16	639	0.80	32270	320	0.99%	31950	99.01%	
27	27/09/16	545	0.60	27490	240	0.87%	27250	99.13%	
28	28/09/16	832	1.25	42100	500	1.19%	41600	98.81%	
29	29/09/16	823	0.50	41350	200	0.48%	41150	99.52%	
30	30/09/16	655	1.50	33350	600	1.80%	32750	98.20%	
31					0		0		
TOTALES:		15245	20.85	770590	8340	1.26%	762250	98.74%	
PERSONAL EJECUTOR					RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE				

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Anexo 5: Control de sellado de bolsas del mes de mayo 2017

		CONTROL DE SELLADO DE BOLSAS (HERMETICIDAD)							
CODIGO: RG-BPM-CPRODUC 002									
MES: _____									
PRESENTACIÓN : BOLSA DE 500 Gr.									
Nº	FECHA	Nº TOTAL DE PAQUETES PRODUCIDOS	MERMA BOBINA (Kg)	Nº DE BOLSAS INGRESADAS	BOLSAS MAL SELLADAS		BOLSAS SELLADAS HERMETICAMENTE		
					Nº	%	Nº	%	
1	01/10/16	424	0.15	21260	60	0.28%	21200	99.72%	
2	02/10/16			0	0		0		
3	03/10/16	445	0.50	22450	200	0.89%	22250	99.11%	
4	04/10/16	442	0.15	22160	60	0.27%	22100	99.73%	
5	05/10/16	83	0.10	4190	40	0.95%	4150	99.05%	
6	06/10/16	56	0.30	2920	120	4.11%	2800	95.89%	
7	07/10/16	100	0.15	5060	60	1.19%	5000	98.81%	
8	08/10/16			0	0		0		
9	09/10/16			0	0		0		
10	10/10/16			0	0		0		
11	11/10/16			0	0		0		
12	12/10/16			0	0		0		
13	13/10/16			0	0		0		
14	14/10/16	449	0.25	22550	100	0.44%	22450	99.56%	
15	15/10/16	1087	1.05	54770	420	0.77%	54350	99.23%	
16	16/10/16			0	0		0		
17	17/10/16	909	0.65	45710	260	0.57%	45450	99.43%	
18	18/10/16	931	0.80	46870	320	0.68%	46550	99.32%	
19	19/10/16	939	1.00	47350	400	0.84%	46950	99.16%	
20	20/10/16	935	0.85	47090	340	0.72%	46750	99.28%	
21	21/10/16	878	0.85	44240	340	0.77%	43900	99.23%	
22	22/10/16	1001	0.75	50350	300	0.60%	50050	99.40%	
23	23/10/16			0	0		0		
24	24/10/16	465	0.30	23370	120	0.51%	23250	99.49%	
25	25/10/16	481	1.00	24450	400	1.64%	24050	98.36%	
26	26/10/16	979	1.30	49470	520	1.05%	48950	98.95%	
27	27/10/16	900	1.60	45640	640	1.40%	45000	98.60%	
28	28/10/16	772	1.30	39120	520	1.33%	38600	98.67%	
29	29/10/16	789	1.30	39970	520	1.30%	39450	98.70%	
30	30/10/16			0	0		0		
31	31/10/16			0	0		0		
TOTALES:		13065	14.35	658990	5740	1.02%	653250	98.98%	
PERSONAL EJECUTOR			RESPONSABLE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD						

Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C

Anexo 12:Hoja-resumen de datos de mantenimiento

Para poder registrar los datos más importantes de los equipos más significativos de la empresa se elaboran Hoja-resumen. Esto permitirá manejar datos importantes de la planta de una forma más compacta, de manera que con un vistazo rápido a un documento que tiene muy pocas hojas podamos hacernos una idea completa de conjunto sobre la empresa.

Los datos que figuran en estas hojas-resumen, cuyo formato se propone es el siguiente:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CRIT	MODELO DE MANTENIMIENTO						FORMACIÓN NECESARIA	RESPUESTO CRÍTICO	OBSERVACIONES
			FIAB.	SIST.	CON.	CORR.	LEG.	SUB.			

CRIT: criticidad
 FIAB.: fiabilidad
 SIST.: Sistemático
 CORR.: Correctivo
 SUB: Subcontratado

 Personal ejecutor

 Responsable de Mantenimiento

Anexo 13: Mantenimiento del motores eléctricos

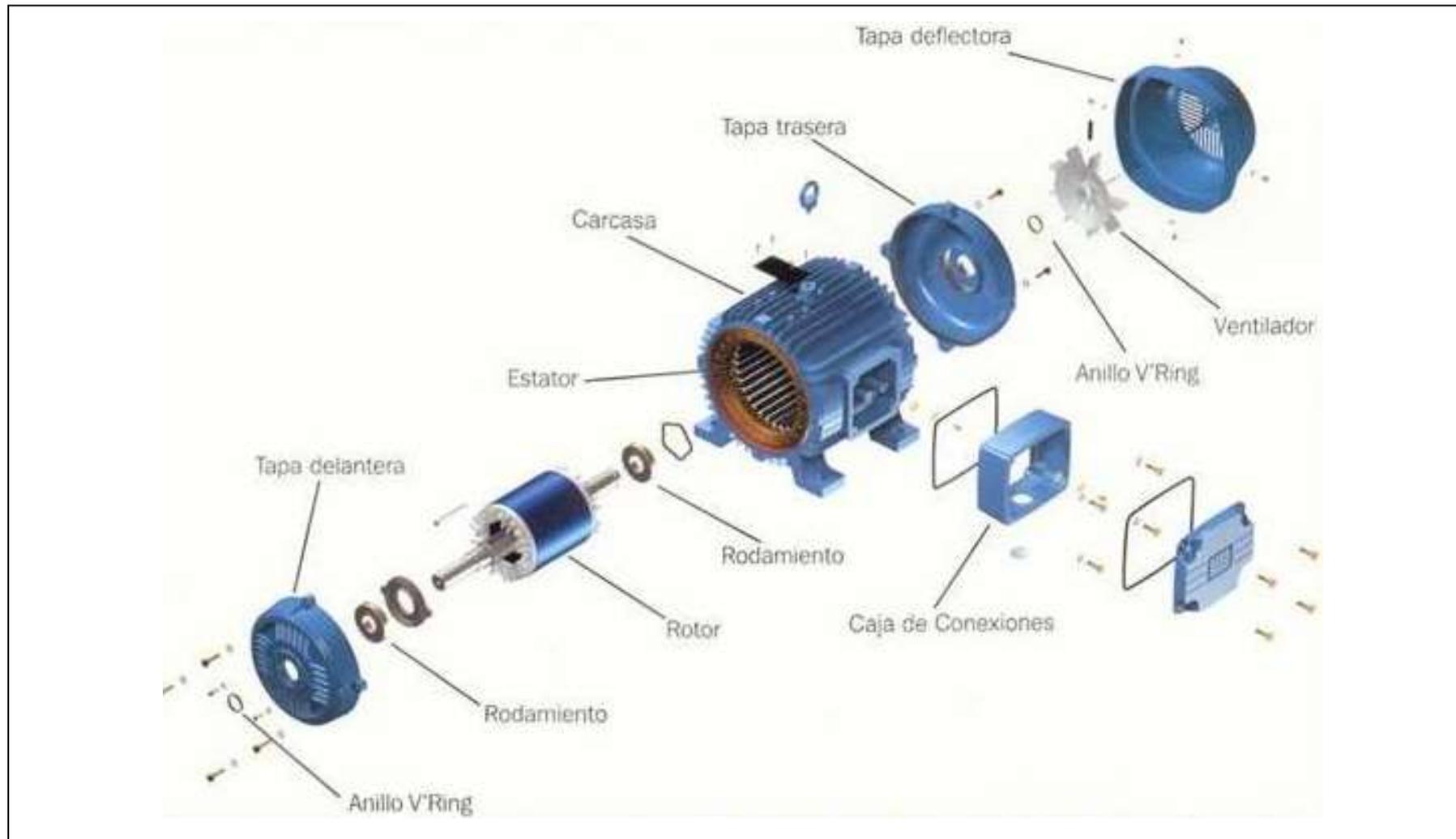
Después de tener claro que acciones se van a tomar con respecto al mantenimiento de los motores eléctricos. Ya sea una vez a la semana, mensual o semestral. Todo el trabajo que se realice en estos motores va a quedar registrado para poder tener un historial y poder tomar acciones. Para esto se tendrá en cuenta un parte de trabajo.

Anexo 14: Informe del trabajo realizado para motores eléctricos dentro de la empresa

PARTE DE TRABAJO DE MÁQUINAS DE CORRIENTE ALTERNA	
Fecha:..... Hora:.....	Tipo de máquina:.....
N° de referencia:.....	Potencia:..... V:..... I:.....
Tipo de trabajo realizado	
Comprobación:.....	
.	
Reparación	
aislamiento:.....	
Barnizado:.....	
.	
Rebobinado:.....	
.	
Otros:.....	
....	
Materiales empleados y su Costo:.....	
.....	
.	
.....	
.	
.....	
.	
Observaciones	
generales:.....	

<p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p>	
<p style="text-align: center;">Tiempo total</p> <p>empleado:.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p>	<p style="text-align: center;">Datos del</p> <p>operario:.....</p> <p>.....</p> <p style="text-align: center;">...</p> <p>Fecha:.....</p> <p style="text-align: center;">.</p> <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;">Firma</p>

Fuente: Manzano (2009)

Anexo 15: Partes de un motor electrico para tener como referencia

Fuente: Motores y controles eléctricos (2016)

Anexo 17: Manual del medidor de vibraciones fluke 805

Figura 22: Medidor de vibraciones Fluke 805



Fuente: Fluke Corporation

El modo más fiable, preciso y repetible de comprobar el estado de los cojinetes y las vibraciones en general.

Tome decisiones de mantenimiento con total confianza sobre si un equipo “pasa” o “no pasa” la prueba. El medidor de vibraciones Fluke 805 es el dispositivo de supervisión de vibraciones más fiable y disponible en el mercado, ideal para los técnicos de la primera línea de defensa, que necesitan tomar decisiones basadas en lecturas repetibles y en escalas de severidad del estado de los cojinetes y las vibraciones en general.

¿Qué hace que el Fluke 805 sea el dispositivo de supervisión de vibraciones más fiables del mercado?

- Diseño innovador de sensor y punta sensora que ayuda a reducir las variaciones de las mediciones causadas por el ángulo del instrumento y la presión de contacto
- Calidad de datos consistente tanto en los rangos bajos y altos de frecuencia.
- Escala de cuatro niveles de severidad que evalúa la urgencia de los problemas de las vibraciones en general y del estado de los cojinetes.
- Exportación de datos mediante USB.
- Análisis de tendencias en Excel gracias a las planillas disponibles.
- Medición de las vibraciones en general (de 10 a 1,000 Hz) para unidades de medición de aceleración, velocidad y desplazamiento, para una amplia variedad de máquinas.
- La función Factor cresta plus proporciona una evaluación fiable del estado de los cojinetes realizando mediciones directas con la punta sensora en el rango de 4.000 y 20.000 Hz.
- Sistema de iluminación de colores (rojo y verde) y comentarios en la pantalla que indica el nivel de presión necesario para realizar la medición.
- Medición de temperatura con sensor infrarrojo “IR” que aumenta la capacidad de diagnóstico.
- Medición integrada que retiene y almacena hasta 3.500 medidas.
- Salida de audio para escuchar el sonido de los cojinetes directamente.
- Soporte de acelerómetro externo para llegar a lugares complicados.
- Anexo 27: Manual del medidor de vibraciones fluke 805
- Linterna para visualizar lugares de medición en zonas oscuras.
- Gran pantalla de alta resolución para una navegación y visualización más sencilla.

Fuente: Fluke Corporation

¿Qué es el factor cresta plus?

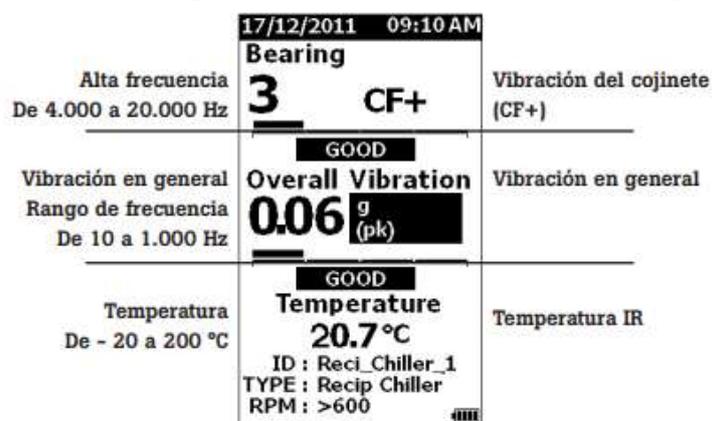
El Fluke 8005 con la función Factor cresta plus les despejará cualquier duda sobre el estado de los cojinetes.

Los especialistas en vibraciones usan Factor de cresta original para identificar los problemas en los cojinetes. Se define como la relación entre el valor pico y el valor de RMS de una señal de vibraciones en el dominio temporal.

Una de las principales limitaciones del Factor de cresta para identificar los problemas en los cojinetes está en que no aumenta de forma lineal conforme se deteriora el cojinete. De hecho, el factor de cresta incluso puede disminuir al acercarse el cojinete a un fallo catastrófico, debido a los altos valores RMS.

Para superar esta limitación, Fluke usa un algoritmo propietario, conocido como Factor cresta plus (CF+). Los valores de CF+ van de 0 a 16. Según empeora el estado del cojinete, aumenta el valor CF+. Para simplificar aún más las cosas, Fluke también ha incluido una escala de gravedad de cuatro niveles que identifica el estado del cojinete como Bueno, Satisfactorio, Insatisfactorio o inaceptable.

Figura 23: Referencia de la pantalla LCD y los caracteres con los que se interactuar



Fuente: Fluke Corporation

Exportación y análisis de tendencias con el 8005

Exportación y análisis de tendencias en Excel

El análisis de tendencias, o las mediciones de las vibraciones repetidas guardadas a lo largo del tiempo en una hoja de cálculo, es el mejor método para hacer el seguimiento del estado de la máquina. Con el 805 podrá sin ninguna dificultad:

Exportar los resultados a Excel mediante una conexión USB.

Analizar la tendencia de las lecturas con las planillas y gráficos incluidos para Excel.

Comparar las lecturas de vibraciones en general de acuerdo con los estándares ISO (10816-1, 10816-3, 10816-7)

Importar mediciones desde el Medidor de vibraciones 805 a una plantilla de Excel en su PC para analizar la tendencia de los parámetros del cojinete: vibraciones en general si no saben lo que significan exactamente esos números. Puede que el usuario no sepa en realidad que valores son normales y cuales indican un problema.

Si las mediciones tomadas por el operario se pueden cargar en Excel, entonces la tendencia mostrará patrones que se están convirtiendo en anormales. El usuario puede tener una visión más clara del cambio de estado de los cojinetes y deterioro del estado de la máquina.

Use el Medidor de Vibraciones Fluke 805 para comprobar estas categorías de máquinas:

Enfriadores (refrigeración)

- Maquinas reciprocas (motor abierto y compresor separado)
- Máquinas reciprocas (motor hermético y compresor)
- Máquinas centrifugas (motor hermético o abierto)

Ventiladores

- Ventiladores accionados por correa de 1.800 a 3.600 RPM
- Ventiladores accionados por correa de 600 a 1.799 RPM
- Ventiladores de acción directa general (acople directo)
- Soplador de vacío (acción directa o por correa)
- Ventiladores grandes de tiro forzado (cojinetes de películas fluidas)
- Ventiladores grandes de tiro inducido (cojinetes de películas fluidas)
- Ventilador integrado montado en eje (eje del motor extendido)
- Ventiladores de flujo axial (acción directa o por correa)

Bombas centrifugas

- Nota: la altura se mide desde el grado hasta la parte superior del cojinete del motor.
- Bombas verticales (altura de 12 a 20 pies)
- Bombas verticales (altura de 8 a 12 pies)
- Bombas verticales (altura de 5 a 8 pies)
- Bombas verticales (altura de 0 a 5 pies)

- Bombas centrifugas horizontales de succión. Acople directo.
- Bombas centrifugas horizontales de succión dual. Acople directo.
- Bombas de alimentación de calderas (accionadas por motor o turbina)

Compresores de aire

- Máquinas reciprocas.
- Tornillo rotativo.
- Máquina centrifuga con o sin caja de cambios externa.
- Máquina centrifuga. Engranaje interno (medida axial)
- Máquina centrifuga. Engranaje interno (medida radial)

Sopladores

- Sopladores lobulares rotativos (accionamiento directo o por correa)
- Sopladores centrífugos de varias etapas (accionamiento directo)

Cajas de cambios genéricas (cojinetes de elementos rodantes)

- Caja de cambios de una etapa

Máquinas de herramientas

- Motor
- Entrada de la caja de cambios
- Salida de la caja de cambios
- Huesos. Operaciones de desbaste
- Huesos. Acabado de la máquina
- Huesos. Acabado crítico

Anexo 18: Especificaciones técnicas del medidor de vibraciones fluke 805

Medidor de vibraciones	
Rango de baja frecuencia (medición general)	De 10 a 1.000 Hz
Rango de alta frecuencia (media CF+)	De 4.000 a 20.000 Hz
Niveles de gravedad	Buena, satisfactoria, insatisfactoria, inaceptable.
Límite de vibraciones	Pico de 50 g (100 g pico a pico)
Convertidor A/D	16 bits
Relación señal /ruido	80 dB
Frecuencia de muestreo	
Baja frecuencia	20.000 Hz
Alta Frecuencia	80.000 Hz
Respaldo de reloj de tiempo real	Pila tipo botón
Sensor	
Sensibilidad	100 mV /g \pm 10%
Rango de medición	De 0,01 a 50 g
Rango de baja frecuencia (medición general)	De 10 a 1.000 Hz
Rango de alta frecuencia (medida CF+)	De 4.000 a 20.000 Hz
Resolución	0,02 g
Precisión	A 100 Hz \pm 5% del valor medido
Unidades de amplitud	
Aceleración	G, m/seg ²
Velocidad	Pulg./seg,mm/seg
Desplazamiento	mils,mm
Termómetro por infrarrojos (medición de temperatura)	
Rango	De 20 a 200 °C (-4 °F a 392 °F)
Precisión	\pm 2°C (4°F)
Distancia focal	Fija a ~ 3,8 cm (1,5 pulg.)
Sensor externo	
Rango de frecuencia	De 10 a 1.000 Hz
Voltaje de polarización (para suministrar energía eléctrica)	De 20 a 22 Vcc
Corriente de polarización (para suministrar energía eléctrica)	Máximo 5 mA
Firmware	
Calibración	Requiere calibración de fabrica
Interfaces externas	Comunicación por USB 2.0 (velocidad total)
Capacidad de datos	Base de datos en la memoria flash interna
Actualización	A través de USB
Memoria	Hasta 3.500 mediciones
Emisión irradiada	
Descarga electrostática: Explosión	Norma EN 6 1000-4-2
Interferencia electromagnética	Norma EN 6100-4-3

Fuente: Fluke Corporation

Anexo 19: Especificaciones técnicas del medidor de vibraciones fluke 805

Medioambiental	
RE	Norma CISPR 11, Clase A
Temperatura de trabajo	De 20 a 50 °C (-4°F a 122°F)
Temperatura de almacenamiento	De -30 a 80°C (-22°F a 176°)
Humedad de funcionamiento	De 10 a 95% H.R. (sin condensación)
Altitud de funcionamiento/almacenamiento	Del nivel del mar a 3,048 metros
Clasificación IP	IP54
Límite de vibraciones	Pico de 500 g
Prueba de caída	1 metro
Especificaciones generales	
Tipo de batería	AA(2) alcalina o ion de 2V cc
Duración de la batería	250 mediciones
Tamaño (largo x ancho x alto)	24,1 cm x 7,1 cm x 5,8 cm (9,5 pulg. x 2,8 pulg. X 2,3 pulg.)
Peso	0,40 kg (0,89 lb)
Conectores	USB Mini-B de 7 pines , enchufe de salida de audio estéreo (enchufe de audio de 3.5 mm), enchufe de sensor externo (conector SMB9)

Fuente: Fluke Corporation

Anexo 20: Ficha técnica de la máquina tamizadora

EQUIPO:	Tamiz	CÓDIGO(S):	1 5 Z R 0									
DATOS DEL EQUIPO												
PROVEEDOR	-	AÑO	2014									
MODELO	-	UBICACIÓN	Tamizado									
MARCA	-	CANTIDAD	1									
Foto del equipo												
												
Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.												
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO												
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PIEZAS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Motor</td> <td>1</td> <td>2,5 HP –380 V</td> </tr> <tr> <td>Caja</td> <td>1</td> <td>2,40 x 80</td> </tr> </tbody> </table>				PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA	Motor	1	2,5 HP –380 V	Caja	1	2,40 x 80
PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA										
Motor	1	2,5 HP –380 V										
Caja	1	2,40 x 80										
FUNCIÓN Y USO												
<p>Esta máquina ha sido diseñada y fabricada para: Para separar sólidos de tamaños diferentes, dependiendo de la especificación granulométrica que requiera el producto</p>												
DESCRIPCIÓN FÍSICA												
<p>Máquina semiautomática de acero inoxidable. Caja metálica de base sostenida por 4 patas fijadas al piso. En donde al interior de la caja se encuentra una maya metálica que retiene a partículas sólidas que no cumplan con la granulometría requerida. El movimiento vibratorio lo produce un sistema de eje giratorio ubicado en la parte de abajo del equipo. Todo este movimiento es ejercido por un motor eléctrico.</p>												
Elabora:	Revisa:	Aprueba:										
Fecha:	Fecha:	Fecha:										

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21:Ficha técnica de del elevador de cangilones

EQUIPO:	Elevador	CÓDIGO(S):	1 6 E L 0
DATOS DEL EQUIPO			
PROVEEDOR	-	AÑO	2014
MODELO	Tapco	UBICACIÓN	Elevado
MARCA	-	CANTIDAD	1
Foto del equipo			
			
Fuente: López (2012)			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
	PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA
	Motor	1	2,5 HP
	Cuerpo		12 m de Altura
FUNCIÓN Y USO			
Sistema de transporte vertical que consta de los cangilones que transportan el material y una cadena que los lleva fijos en su avance vertical cíclico.			
DESCRIPCIÓN FÍSICA			
Máquina semiautomática de metal de acero inoxidable que cuenta con varios cangilones en su interior. Los cual funciona de manera continua. Ayudados por una cadena que es movida por un motor eléctrico. En la parte inferior cuenta con una boca, que es una tolva de carga. Además de una compuerta de desatorado, para emergencias.			
Elabora:	Revisa:	Aprueba:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22:Ficha técnica transportador tornillo Sin Fin

EQUIPO:	Transportador Sin fin	CÓDIGO(S):	1 4 S F 0 1 1 5 Z F 0
DATOS DEL EQUIPO			
PROVEEDOR	-	AÑO	2010
MODELO	SS-LA	UBICACIÓN	Molienda Secado Enfriado Tamizado
MARCA	Gustafson	CANTIDAD	5
Foto del equipo			
<p align="center">Fuente: López (2012)</p>			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
	PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA
	Motoreductor	1	4 HP – 380 V
	Chumaceras	2	-
	Cadena	1	-
	Sin Fin	1	-
	Rodamientos	2	Vida útil: 3 meses
FUNCIÓN Y USO			
Sistema de transporte horizontal mediante un tornillo sin fin que transporta el material de forma continua de un extremo a otro. El transporte de materiales también a altas temperaturas, polvorientos, debido a que son fáciles de hermetizar. Todo esto con la facilidad de poder mezclar y agitar el material a transportar			
DESCRIPCIÓN FÍSICA			
Equipo de transporte semiautomático de acero inoxidable. Este transportador de tornillo sin fin efectúa el desplazamiento del material por un canalón, valiéndose de un -14- tornillo giratorio. La semilla cae por la zona de carga, un motor eléctrico que va acoplado en el soporte extremo da movimiento al eje y mediante las hélices del tornillo transportan el material hacia la zona de descarga. (AGUINSACA, 2008 p. 27)			
Elabora:	Revisa:	Aprueba:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23:Ficha técnica del molino

EQUIPO:	Molino	CÓDIGO(S):	
DATOS DEL EQUIPO			
PROVEEDOR	-	AÑO	2014
MODELO	-	UBICACIÓN	Molienda
MARCA	-	CANTIDAD	2
Foto del equipo			
			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
	PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA
	Motor	1	30 Hp - 380 V
	Caja partida	1	Ejes de cabeza de 45 martillos
	Chumacera	2	Tipo pedestal(6212)
	Criba	1	8 mm
FUNCIÓN Y USO			
La sal llega al molino paulatinamente, y con la ayuda de los 45 martillos de la cada partida se muele la sal para que internamente pase por la criba de 8mm. Luego esta sale para pasar al siguiente proceso.			
DESCRIPCIÓN FÍSICA			
Equipo semiautomático de acero inoxidable con pulsadores de marcha y paro (rojo y verde). Cuenta con un motor que es el que ejerce la fuerza para moler la sal. Un motor de grandes dimensiones (de 30 Hp) ya que la sal en esta etapa esta húmeda y si no se cuenta con un motor con la potencia requerida este se quedaría y no se podría moler la sal			
Elabora:	Revisa:	Aprueba:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Ficha técnica de máquina empaquetadora

EQUIPO:	Tamiz	CÓDIGO(S):	1 5 Z R 0
DATOS DEL EQUIPO			
PROVEEDOR	-	AÑO	2016
MODELO	-	UBICACIÓN	Empaquetado
MARCA	-	CANTIDAD	2
Foto del equipo			
			
Fuente: Empresa Kar & Ma S.A.C.			
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO			
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
PIEZAS	CANTIDAD	MEDIDA	
Embudo de depósito	1		
Dosificador	1	Moto-reductor 380V- 6 polos	
Bobina plástica	1		
Tubo formador	1	Motor eléctrico 2CV- 4 polos	
Mordaza	1		
Esteras de salida	1		
FUNCIÓN Y USO			
<p>En primero lugar bien las bobinas plásticas que se colocan en la parte posterior de la máquina una vez ahí se jala para encajar en todo el recorrido por los tubos de paso. Conforme a esto la automáticamente jalara el rollo y comenzara el proceso. El tubo formador le dará la forma de bolsa a la bobina. El dosificador rotatorio llenara las bolsas con la cantidad de sal correspondiente para que después una mordaza corte la bolsa cayendo a la estera de salida para finalmente ser empaquetada.</p>			
DESCRIPCIÓN FÍSICA			
<p>Máquina de acero inoxidable, automatizada con varios elementos independientes que coordinan tareas conjuntas para llenar, sellar y entregar en un recipiente las bolsas con sal.</p>			
Elabora:	Revisa:	Aprueba:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25: Formato de control de humedad

Días Hábiles	HUMEDAD			
	AM	PM	PROMEDIO	MÁX
1				
2				
3				
4				
5				
6				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Check list del estado de los equipos de la empresa



CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIAS

ANÁLISIS MENSUAL DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EQUIPOS EN EL AÑO 2019

INSTRUCCIONES: PARA LLENAR EL SIGUIENTE FORMATO, SE MARCARÁ CON UN CHECK SI EL ESTADO DE LA MÁQUINA NO PRESENTA NINGÚN COMPORTAMIENTO FUERA DE LO NORMAL, DE LO CONTRARIO ESPECIFICAR EN OBSERVACIONES LO QUE SUCEDE

MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				OBSERVACIÓN	
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
MOLINO 01																										
MOLINO 02																									X	Mantillos ya no existen
TORNILLO SINFIN 01																										
TORNILLO SINFIN 02																										
CIUNDO 01																										
TORNILLO SINFIN 03																										
ZARANDA																									X	Rotura de tornillos en el eje de la zaranda. Vibración excesiva del motor. Vibración excesiva del tambor.
TORNILLO SINFIN 04									X								X									
ELEVADOR DE CANGILONES																									X	Correa de accionamiento del tambor. Vibración excesiva del tambor. Correa de accionamiento del tambor. Vibración excesiva del tambor.
EMPAQUETADORA 01																									X	Contacto de la faja de la fuga de Aire de los Cilindros.
EMPAQUETADORA 02																										

RESPONSABLE: Sergio Ramos 

Fuente: Kar & Ma S.A.C.

Anexo 27: Check list del estado de los equipos de la empresa

KAR & MA S.A.C.

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIAS

ANÁLISIS MENSUAL DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EQUIPOS EN EL AÑO 2019

INSTRUCCIONES: PARA LLENAR EL SIGUIENTE FORMATO, SE MARCARÁ CON UN CHECK SI EL ESTADO DE LA MÁQUINA NO PRESENTA NINGÚN COMPORTAMIENTO FUERA DE LO NORMAL, DE LO CONTRARIO ESPECIFICAR EN OBSERVACIONES LO QUE SUCEDE

MES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				OBSERVACIÓN				
	SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
MOLINO 01																													
MOLINO 02											X																		X Problemas en la hidroneo / Mantel no Mantel de + castaño / Sfractado
TORNILLO SINFÍN 01																													
TORNILLO SINFÍN 02																													
CIUNDO 01																													
TORNILLO SINFÍN 03																													
ZARANDA											X								X										Chujada de la taja / A-taje Lado de la función Rotacion de velocidad del in fin
TORNILLO SINFÍN 04											X																X		Velocidad Rotacion del in fin V. Escobillas Anular del Tenedor OP. RESERVOIR / FOJA DEBIDA
LEVADOR DE CANGILONES																			X				X				X		Mal JELLA de LIGA / FOJA DEBIDA BOLAS NO SEVEN BPM
EMPAQUETADORA 01											X												X				X		Mal JELLA de LIGA / FOJA DEBIDA BOLAS NO SEVEN BPM
EMPAQUETADORA 02						X						X			X														Mal JELLA de LIGA / FOJA DEBIDA BOLAS NO SEVEN BPM

RESPONSABLE: Wailmer ZAMORA

Fuente: Kar & Ma S.A.C.