

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA



**IMPACTO ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO NO
PROGRAMADO EN EL COSTO DE LA PRODUCCIÓN EN
LA EMPRESA KAR & MA SAC**

*Tesis para optar el título de
Ingeniero industrial*

AUTOR: PEDRO ALEJANDRO BENITES REVOLLEDO

Chiclayo 21 de noviembre de 2014

**“IMPACTO ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO NO
PROGRAMADO EN EL COSTO DE LA PRODUCCIÓN EN
LA EMPRESA KAR & MA SAC”**

POR:

PEDRO ALEJANDRO BENITES REVOLLEDO

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

JURADO INTEGRADO POR

**MSc. Ing. Martha Elina Tesen Arroyo
PRESIDENTE**

**Ing. Edith Anabelle Zegarra González
SECRETARIO**

**Mgtr. Ing. Sonia Mirtha Salazar Zegarra
ASESOR**

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar; Por ello, con toda la humildad que de mi corazón, Dedico mi trabajo a Dios.

A mis padres, que con su ejemplo me han enseñado a no desfallecer, ni rendirme ante nada y siempre perseverar.

Doy gracias a Keila por su comprensión, respeto y cariño, gracias a su apoyo incondicional día a día, le agradezco a Dios por permitirme estar a su lado cada día de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis se lo debo a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad este sueño anhelado. Te agradezco Dios, dueño de mi vida por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades.

Agradezco a mis padres, porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte, gracias a ellos, hoy puedo ver alcanzada mi meta, porque siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque, el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Les agradezco a ellos, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional. A mi asesora de tesis, Magister. Sonia Salazar Zegarra, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional, porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación. De igual manera agradecer a mi profesor de Investigación y de Tesis de Grado, Lic. Mat. – Ing. Industrial Jorge Luis Chiroque Calderón por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

También quisiera agradecer a la empresa KAR & MA SAC, por brindarme la información necesaria para la realización del proyecto de tesis y así poder cumplir con mis metas.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tiene como título “Impacto económico del mantenimiento no programado en el costo de la producción en la empresa Kar & Ma SAC”, en el cual se proponen mejoras para la reducción de los costos por mantenimiento correctivo, analizando el problema que implica el costo de mantenimiento en los costos de la producción. Es mi deseo expresar que este trabajo de investigación lo realicé con la mayor dedicación, empeño y atención, aplicando los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de mi carrera profesional.

EI AUTOR

RESUMEN

Hoy en día la gestión del mantenimiento ha evolucionado mucho a lo largo de la historia, rompiendo con las barreras del pasado. Es así que la búsqueda de nuevas formas ha hecho que la empresa vea al mantenimiento como inversión, no como gasto. El uso del mantenimiento correctivo es una de las formas más primitivas, que ha quedado desfasada por otras técnicas que no solo se centran en solucionar el fallo cuando se produce, ya que esto implica altos costos por descanso de la productividad y mermas en la calidad de los productos.

Esta investigación efectuada permitió realizar un diagnóstico de los equipos de la empresa, el costo de mantenimiento y los tiempos muertos de producción, lo que permitió determinar que alrededor del 60% de la maquinaria a sobre pasado su vida útil, al analizar la criticidad con la norma NORSOK Z-008 aplicada para Equipos Mecánicos (estáticos y rotativos), Instrumentos y Equipos Eléctricos que permitió identificar los equipos críticos que necesitan de un mantenimiento y seguridad siendo los hornos de criticidad alta por ello se ha creído conveniente proponer la implementación de un mantenimiento correctivo-preventivo además de la sustitución de unos equipos para mayor eficiencia. Con la realización de análisis del costo-beneficio se puede apreciar las ventajas que traerían consigo la instalación de dicho mantenimiento, logrando una disminución de S/. 6 122,00 en sus costos, y un aumento en la producción de 21,9 %, que equivale a S/. 154 664,64 soles.

Palabras clave: *Gestión, control y administración del mantenimiento, tiempos por fallas, cost-beneficio.*

ABSTRACT

Today maintenance management has evolved greatly throughout history, breaking barriers of the past. Thus, the search for new forms has caused the company to see maintenance as an investment, not an expense. Use of corrective maintenance is one of the most primitive forms, which has been deprecated by other techniques that not only focus on solving the fault when it occurs, as this implies high costs for rest of declines in productivity and quality products.

This research conducted allowed a diagnosis of company equipment, maintenance costs and production downtime, which allowed us to determine that about 60% of the machinery on past life, to analyze the criticality NORSOK standard Z-008 applied Mechanics (static and rotating), Instruments and equipment Electrical equipment allowed teams to identify critical equipment that require maintenance and security ovens being highly critical therefore has seen fit to propose the implementation of unpreventive corrective and replacement of a higher efficiency equipment. Maintenance With the realization of cost-benefit analysis can appreciate the benefits that would bring the installation of such maintenance, achieving a reduction of S /. 6 122 in costs and an increase in production of 21, 9%, equivalent to S /. 154 664, 64 soles.

Keywords: *Management, control and maintenance management, timing failures, cost-benefit.*

ÍNDICE

CARÁTULA	i
CARÁTULA CON JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	15
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	15
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.2.1. Evolución histórica del mantenimiento	16
2.2.2. Definición del mantenimiento	17
2.2.3. Tipos de mantenimiento	17
2.2.3.1. Mantenimiento preventivo	18
2.2.4. Sistema de mantenimiento	19
2.2.5. Gestión del mantenimiento	20
2.2.5.1. Análisis de la situación actual en la empresa	20
2.2.5.2. Determinación de los objetivos	22
2.2.6. Planeación y ejecución	22
2.2.7. Recursos materiales de mantenimiento	23
2.2.8. Costos del mantenimiento	24
2.2.9. Indicadores del mantenimiento	26
2.2.10. Análisis de criticidad de los equipos.	26
2.2.10.1. Método NorsokZ-008	27
2.2.10.2. Metodología de análisis de criticidad de los puntos	28
2.2.11. Equipos y herramientas	28
2.2.12. Vida útil de los recursos	29
2.2.13. Talento humano	29
2.2.14. Los repuestos y materiales de mantenimiento	30
2.2.15. Administración del mantenimiento	31
III. RESULTADOS	32
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA KAR & MA SAC	32
3.1.1. La empresa “KAR & MA SAC”	32
3.1.2. Actividad principal de “KAR & MA SAC”	33
3.1.3. Productos	34
3.2. MATERIALES Y SUMINISTROS	34
3.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	36
3.3.1. Proceso de elaboración sal yodada de mesa	36
3.3.2. Sistema de producción	37

3.4. PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA	41
3.4.1. Producción	41
3.4.2. Costos de producción	41
3.4.3. Ventas	42
3.5. INDICADORES DE PRODUCCIÓN	43
3.5.1. Indicadores de Producción actual	43
3.6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	44
3.6.1. Descripción del taller de mantenimiento	44
3.6.2. Costos por mantenimiento	47
3.7. INDICADORES DE MANTENIMIENTO	49
3.7.1. Indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad	49
3.7.2. Antecedentes del mantenimiento	50
3.8. DIAGNÓSTICO DE LAS MÁQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN	51
3.8.1. Identificación de problemas máquinas, equipos y componentes	52
3.8.2. Diagnóstico actual de las máquinas, equipos y componentes	53
3.8.2.1. Identificación de problemas de las máquinas y equipos	57
3.8.3. Identificación de las causas, efectos y soluciones de las fallas	63
3.8.3.1. Análisis estadístico de las fallas ocurridas de las máquinas	65
3.8.4. Análisis de criticidad de los equipos en la empresa	71
3.8.5. Análisis del área administrativa	73
3.9. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO	74
3.10. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS	76
3.10.1. Propuesta de mejora en el mantenimiento	76
3.10.2. Plan de mantenimiento	76
3.10.3. Diseño de las órdenes de trabajo para actividades de mantenimiento	87
3.10.4. Diseño e implementación de un historial de fallas	87
3.10.5. Diseño e implementación de un historial de costos	87
3.10.6. Uso de índices de desempeño	87
3.10.7. Recomendaciones generales sobre seguridad industrial	87
3.10.8. Inspecciones de rutina.	89
3.10.9. Procedimiento de capacitación	95
3.10.10. Manual de funciones y competencia laborales	96
3.10.11. Propuesta para la mejora de la producción	100
3.11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EMPRESA	100
3.11.1. Utilidad actual de la empresa	100
3.11.2. Producción actual	102
3.11.3. Producción con mejora	105
3.11.4. Costos de producción con mejora	107
3.12. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	111
3.12.1. Presupuesto de ingresos sin mejora	111
3.12.2. Presupuesto de ingresos con mejora	111
3.12.3. Costos del proyecto	113
3.12.4. Evaluación económica financiera	115
IV. CONCLUSIONES	117
V. BIBLIOGRAFÍA.	118
VI. ANEXOS	120
Anexo N° 01. Resultados de la lista de control	121

FIGURAS

Figura N° 01. Evolución del concepto del mantenimiento	16
Figura N° 02. Sistemas y sub-sistemas de mantenimiento	17
Figura N° 03. Tipos de mantenimientos	18
Figura N° 04. Sistemas de mantenimiento	19
Figura N° 05. Análisis de la situación actual y los recursos disponibles.	21
Figura N° 06. Determinación de los objetivos	22
Figura N° 07. Planeación y ejecución	22
Figura N° 08. Análisis sistemático de la gestión del mantenimiento	23
Figura N° 09. Metodología de NORSOK STANDARD Z-008	27
Figura N° 10. Metodología de análisis de criticidad de los puntos	28
Figura N° 11. Gestión de los recursos de mantenimiento	29
Figura N° 12. Talento humano del mantenimiento	30
Figura N° 13. Administración del mantenimiento	31
Figura N° 14. Organigrama de la empresa Kar & Ma SAC	32
Figura N° 15. Halita (sal en gema)	34
Figura N° 16. Diagrama de operaciones	38
Figura N° 17. Diagrama del proceso de envasado	39
Figura N° 18. Diagrama de recorrido del proceso	40
Figura N° 19. Comportamiento de las ventas de la empresa Kar & Ma SAC	42
Figura N° 20. Organigrama del área de mantenimiento	44
Figura N° 21. Proceso de orden de pedido de piezas o repuestos	45
Figura N° 22. Diagrama del proceso de órdenes de pedido de piezas o repuestos	46
Figura N° 23. Molino de martillos	53
Figura N° 24. Secador industrial	54
Figura N° 25. Componentes de los extractores	55
Figura N° 26. Tamizadora	55
Figura N° 27. Faja transportadora	56
Figura N° 28. Cosedora manual de sacos y selladora de bolsa	56
Figura N° 29. Componentes de los hornos	58
Figura N° 30. Extractores de polvo de sal	58
Figura N° 31. Estado de los extractores de polvo de sal	59
Figura N° 32. Estado actual de hornos de la empresa KAR & MA SAC	60
Figura N° 33. Área de molienda máquina y componentes	61
Figura N° 34. Número de fallas en el año 2012	66
Figura N° 35. Número de fallas de los secadores en 6 meses	67
Figura N° 36. Fallas tomadas en 6 meses	69

TABLAS

Tabla N° 01. Descomposición de los equipos en sub-grupos	19
Tabla N° 02. Etapas de un plan de gestión de mantenimiento	20
Tabla N° 03. Gestión de los recursos de mantenimiento	23
Tabla N° 04. Costos del mantenimiento	25
Tabla N° 05. Indicadores del mantenimiento	26
Tabla N° 06. Áreas y número de empleados	33
Tabla N° 07. Cantidad mensual de materia prima e insumos	35
Tabla N° 08. Ficha técnica del producto	37
Tabla N° 09. Resumen de actividades de DOP	37
Tabla N° 10. Producción anual, mensual y diaria. 2006-2012	41
Tabla N° 11. Costo de elaboración por producto (actual)	41
Tabla N° 12. Ventas históricas de año 2006 - 2012	42
Tabla N° 13. Tasa de Crecimiento y disminución de la venta de sacos de sal	43
Tabla N° 14. Indicadores de Producción actual	43
Tabla N° 15. Equipos y herramientas actuales del área de mantenimiento	47
Tabla N° 16. Costos anuales del mantenimiento correctivo (2012 - 2013)	48
Tabla N° 17. Costos anuales del mantenimiento en la empresa (2012 - 2013)	48
Tabla N° 18. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de molienda	49
Tabla N° 19. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de secado	49
Tabla N° 20. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de tamizado	50
Tabla N° 21. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de envasado	50
Tabla N° 22. Máquina y equipos de la empresa Kar & Ma SAC	52
Tabla N° 23. Estado actual de la máquinas de secado	57
Tabla N° 24. Estado de los equipos y componentes en el secado	58
Tabla N° 25. Componentes eléctricos y mecánicos de los extractores	59
Tabla N° 26. Estado actual de la máquina de molienda.	60
Tabla N° 27. Estado actual de la máquina tamizadora	61
Tabla N° 28. Estado actual del equipo faja transportadora	62
Tabla N° 29. Estado de los equipos usado en el envasado	62
Tabla N° 30. Relación causa-efecto-solución de las fallas del secador	63
Tabla N° 31. Relación causa-efecto-solución del molino	64
Tabla N° 32. Relación causa-efecto-solución del tamiz	64
Tabla N° 33. Relación causa-efecto-solución del envasado	65
Tabla N° 34. Identificación de fallas durante el año 2012	66
Tabla N° 35. Clasificación de las fallas según su tipo (Molino)	67
Tabla N° 36. Clasificación de las fallas según su tipo (Tamizadora)	68
Tabla N° 37. Clasificación de las Fallas Según su Tipo (Envasado)	68
Tabla N° 38. Fallas ocurridas en 6 meses	68
Tabla N° 39. Análisis de criticidad de las máquinas, equipos y componente en los 6 meses de evaluación	70
Tabla N° 40. Resultado del análisis de criticidad	71
Tabla N° 41. Resultados de diagnóstico de la empresa Kar & Ma SAC	75
Tabla N° 42. Listado de control para puesta en marcha por primera vez	86
Tabla N° 43. Recomendaciones de seguridad	88
Tabla N° 44. Inspecciones de rutina de los molinos	90

Tabla N° 45. Inspecciones de rutina del secador rotatorio	92
Tabla N° 46. Inspecciones de rutina de la balanza	92
Tabla N° 47. Inspecciones de rutina de la tamizadora	93
Tabla N° 48. Inspecciones del reductor de velocidad	93
Tabla N° 49. Inspecciones de rutina de la faja transportadora	94
Tabla N° 50. Costo del plan de mantenimiento preventivo	94
Tabla N° 51. Costos de capacitación del personal de producción	96
Tabla N° 52. Utilidad bruta anual	101
Tabla N° 53. Costo de producción actual sin mejora	101
Tabla N° 54. Cantidad de producto diario producido actual	102
Tabla N° 55. Cantidad de producto diario producido con mejora	105
Tabla N° 56. Utilidad bruta anual con mejora	108
Tabla N° 57. Costo de producción con mejora	108
Tabla N° 58. Nuevos indicadores	110
Tabla N° 59. Cuadro Comparativo de producción (Antes-después de la Mejora)	110
Tabla N° 60. Beneficios obtenidos con la mejora	110
Tabla N° 61. Presupuesto de ingresos totales de la empresa	111
Tabla N° 62 Cuadro Comparativo de producción (Antes-después de la Mejora)	111
Tabla N° 63 Proyección de unidades vendidas (con mejora)	111
Tabla N° 64 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 1	112
Tabla N° 65 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 2	112
Tabla N° 66 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 3	112
Tabla N° 67 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 4	112
Tabla N° 68 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 5	112
Tabla N° 69 Programa de ventas proyectado (con mejora)	113
Tabla N° 70. Costo unitario de producción	113
Tabla N° 71. Costos de los salarios	113
Tabla N° 72. Costos de los equipos	114
Tabla N° 73. Características del secador industrial	114
Tabla N° 74. Características de la faja transportadora horizontal	114
Tabla N° 75. Características de la faja Z	114
Tabla N° 76. Gastos generales	115
Tabla N° 77. Costos por realización de la inversión	115
Tabla N° 78. Cálculo del VAN Y TIR	116

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la administración de la calidad y economía son cada vez más importantes en toda decisión y actividad del que hacer de las sociedades; esto ha hecho que el sector industrial no escape a los cada vez más exigentes retos. En estos días es imposible asumir que el mantenimiento no juega un papel muy importante en la producción, ya que un buen sistema de mantenimiento, garantiza la continuidad de los procesos productivos y asimismo asegura la calidad del producto (Padilla, 2011). Las estrictas normas de calidad y la presión competitiva, han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento, que han pasado de ser un departamento que realiza reparaciones y cambio de piezas o máquinas completas, a una unidad con un alto valor en la productividad total, mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas (Sinais, 2011). En la actualidad es imprescindible, tanto en las grandes como en las medianas empresas, la implantación de una estrategia de mantenimiento para aumentar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de sus equipos y su confiabilidad, lo que repercute en la productividad de la planta (Sinais, 2011).

En el Perú, las organizaciones que deseen demostrar la calidad de sus productos o servicios, deben certificarse cumpliendo con los requisitos de la Norma ISO 9001. Para satisfacer los requerimientos que esta norma exige, es indispensable que las empresas cuenten con un apropiado plan de mantenimiento que les permita conservar sus equipos, herramientas e instalaciones en las mejores condiciones de funcionamiento, esto ha ocasionado una preocupación de la industria en el país, por lo que las empresas se encuentran modificando sus formas de hacer mantenimiento. Aunque todavía queda mucho camino por recorrer, las compañías del país se rehúsan al cambio viéndolo como un gasto; éstas deben incrementar la productividad de sus equipos de mantenimiento y operación existentes, mientras continúan buscando maneras de reducir los costos. La gran mayoría no se preocupa por tener en buen estado sus máquinas y las que si lo hacen marcan la diferencia.

Por otro lado la relación que tiene el costo del mantenimiento por unidad producida, se ubica dentro de los costos de la empresa como el de la materia prima, pero a diferencia de ésta, el costo de mantenimiento es variable, ya que la empresa puede variar la cantidad de recursos que destina para esta acción, es así que el coste de mantenimiento se sitúa entre el 5 – 10% del total (Valdivieso, 2011). Sin embargo, debemos de tener presente las siguientes realidades, de la exploración de un sistema de mantenimiento, no es mantenerle con el mínimo coste, no es conseguir su buen funcionamiento continuo a cualquier precio, no es lograr una disponibilidad máxima sin examinar lo que aporta, ni conseguir una disponibilidad tal que el beneficio producido por la última unidad de disponibilidad lograda, sea igual al coste del mantenimiento necesario para obtener dicha disponibilidad. En consecuencia, los tiempos de detención breves, un bajo porcentaje de fallas, bajos niveles de accidentes y un mínimo impacto ambiental son factores que desempeñan un papel decisivo en el éxito económico (Carabajo y Solano, 2008).

Muchas veces los funcionarios y directivos se presentan escépticos de invertir en el mantenimiento del equipamiento e infraestructura de la empresa, debido a que no es claro para ellos el beneficio económico obtenido al hacerlo. Por lo que es necesario

convencerlos que tomen decisiones en este sector, de apoyar y desarrollar el mantenimiento, demostrarles no solo el impacto que este tiene en la calidad del servicio sino también el beneficio económico que se logra con un sistema de mantenimiento.

Un claro ejemplo de lo que viene pasando, es la empresa KAR & MA SAC, que se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, situada en la Av. San Gabriel s/n Mz. D Lote. 16 Urb. Santa María – Chiclayo. Se encuentra dentro del sector de comercialización de sal en el mercado interno que cuenta con una capacidad nominal de molienda de 38 toneladas diarias. Año por año la organización ha velado por lograr categorizarse como la primera y la mejor en el departamento, preocupada por brindar productos a tiempo y de alta calidad a sus clientes. Sin embargo actualmente la empresa se enfrenta a una serie de problemas e inconvenientes, debido a fallas y averías de los equipos, lo que se ocasionan paradas en el proceso, pérdidas en la producción y generando costos por mantenimiento excesivo.

Por lo que se ha visto convenientemente realizar un proyecto de investigación permitiendo:

- Realizar un diagnóstico de la empresa Kar & Ma SAC, en el área de producción y mantenimiento, lo que permitirá ver el estado actual de la empresa para su posterior análisis de las máquinas.
- Proponer mejoras de las áreas implicadas, dándoles solución a los problemas.
- Evaluar el impacto económico en el costo de la producción.
- Identificar los beneficios de las propuestas de mejora, realizando el análisis de costo-beneficio de mantenimiento y seguridad de los equipos críticos de la empresa.

En síntesis, el presente proyecto de investigación pretendió determinar el impacto económico del mantenimiento no programado en el costo de la producción, para así disminuir el costo de la producción, de tal forma que las acciones a ejecutar, representen una solución a la problemática en estudio, ya que con ello se podrá apreciar claramente el valor del mantenimiento en cuanto a pérdidas por paradas se refiere y su efecto.

En el desarrollo del trabajo, se evaluó un aspecto técnico que permitirá implementar las acciones de mantenimiento más adecuadas, es decir, aquellas que con su aplicación garantice una disminución apreciable de las fallas. En lo económico permitió disminuir el dinero perdido por las paradas, gracias al aumento de la disponibilidad de los equipos; además con la introducción de técnicas de mantenimiento, se alcanzó un mayor aprovechamiento de la vida útil de los equipos. En lo académico este trabajo se presentó como una estrategia, la cual representa una base de referencia a otros proyectos que aborden problemáticas similares.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Padilla, 2011, en su estudio “Los sistemas de mantenimiento”, hace mención que la globalización y los ambientes altamente competitivos con los cuales las empresas deben enfrentarse en la actualidad, los sistemas de mantenimiento juegan un papel muy importante en la producción y las operaciones de las empresas. Un buen sistema de mantenimiento, garantiza la continuidad en los procesos productivos y asimismo asegura una calidad de salida satisfactoria. En este artículo se presenta una descripción detallada de los diferentes sistemas de mantenimiento y hace énfasis en la necesidad de preparar operarios competentes y comprometidos, aptos para implementare todas estas medidas de calidad.

Tarantino y Aranguren, 2005, en su estudio “Plan de mantenimiento aplicado a la instrumentación de calderas de alta presión”. Este artículo presenta una metodología utilizada para el desarrollo de las técnicas de control y mantenimiento preventivo que tenderán a ser poco eficientes; esto debido al aumento de la complejidad de las plantas, para que las paradas de producción imprevistas sean cosa del pasado adecuado a las necesidades de los sistemas de medición, control y seguridad aplicados a las calderas de alta presión, de uso industrial.

Osorio y Castro, 2001, en su estudio del “Beneficio económico obtenido como efecto del mantenimiento en el sector salud”, mencionan que el mantenimiento hospitalario tiene impacto directo en la calidad y costo del servicio de salud que la institución brinda; sin embargo muchas veces no es claro el beneficio económico que se puede alcanzar al implementar un programa de mantenimiento en el ambiente hospitalario. En este estudio se cuantifica el ahorro que se puede alcanzar con un programa de mantenimiento oportuno, como efecto de prologar la vida útil en una muestra de 32 tipos de equipos médicos y no médicos típicos en un hospital de segundo nivel de atención. La metodología empleada se basa en calcular el costo anual máximo admisible para el mantenimiento y compararlo con el costo real de mantenimiento. Los resultados demostraron que una inversión en mantenimiento del 8,9% de valor de adquisición del equipo se puede alcanzar un ahorro promedio del 20% del valor de adquisición del equipo, lo que permite concluir que con el mantenimiento no solo se asegura la confiabilidad y continuidad del funcionamiento de los equipos, sino también se puede asegurar ahorros anuales significativos al disminuir la frecuencia de reposición de los equipos.

Olarte, Botero y Cañon, 2010, en su estudio. “Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción”, hacen referencia a la importancia que tiene la planificación del mantenimiento dentro cualquier tipo de empresa que desee alcanzar niveles elevados de calidad. Además muestra una breve reseña histórica de los cambios que ha tenido la implementación de los modelos, con la globalización de los mercados, las empresas en el mundo se han visto obligadas a cumplir con estándares de calidad internacionales que les permita ser competitivas a nivel regional, nacional e internacional, cumpliendo con los requisitos de la Norma ISO 9001.

Bioing, 2008, en su estudio, “Análisis de tiempo medio entre fallas (TMF) y tiempo medio de reparaciones (TMR) en diversas tecnologías de respiradores de áreas críticas”, menciona que los respiradores son equipos de soporte de vida que deben poseer elevada confiabilidad en caso de falla, es deseable que puedan ser rápidamente reparados. En este trabajo se comparan el Tiempo Medio entre Fallas y el Tiempo Medio de Reparación de 3 grupos de respiradores. Los resultados muestran que el Tiempo Medio entre Fallas de los respiradores más modernos tecnológicamente es muy superior respecto a los más antiguos, indicando una mayor confiabilidad de estos equipos. Por otra parte, el Tiempo Medio de Reparación de los modelos más modernos fue superior, indicando que la evolución tecnológica se relacionó con mayor complejidad en las reparaciones.

Como conclusión, la combinación de obsolescencia tecnológica con antigüedad produjo que el Tiempo Medio entre Fallas tenga un valor mucho más bajo en el grupo N° 1 vs los grupos N° 2 y N° 3, indicando la necesidad de renovación de dicha tecnología. Si bien estos últimos poseen auto-diagnósticos que facilitan la tarea de servicio técnico, los mismos no cubren todas las posibilidades de falla, dando como consecuencia tiempos de reparaciones mayores.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Evolución histórica del mantenimiento

La evolución del concepto del mantenimiento, ha ido cambiando desde su inicio en la revolución industrial que surge la necesidad de crear un área o departamento que se responsabilice de asegurar la productividad y esta no se viera afectada por algún tipo de avería o algún paro del equipo. En un principio no se presentaba mucha atención a lo que a mantenimiento se refiere, hasta que la empresa se dio cuenta que uno de los gastos más importantes eran por falta de esta actividad, además de que los costos por mantenimiento ocupaban el primero o segundo lugar de los gastos más significativos.

En la Figura N° 01, se aprecia la evolución del mantenimiento desde el origen hasta nuestros días. El mantenimiento en la actualidad es una preocupación existente, donde está dirigida hacia la optimización de sus activos, el aseguramiento de la calidad, productividad del equipo y maquinaria (Díaz, 2004). De esta manera las compañías están centrando su atención en encontrar técnicas adecuadas para administrar el mantenimiento.

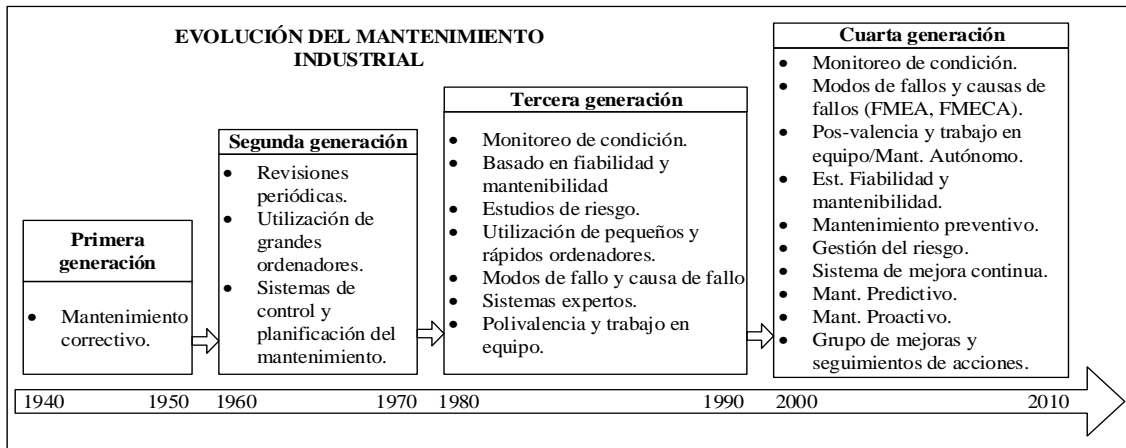


Figura N° 01. Evolución del concepto del mantenimiento
Fuente: Díaz, 2004.

2.2.2. Definición del mantenimiento

La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), define el mantenimiento como un conjunto de actividades destinada a mantener o restablecer un bien a un estado o condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento de prácticas, técnicas, administrativas y de gestión.

Entre las funciones de mantenimiento tenemos la vigilancia permanente y periódica, las acciones preventivas, correctivas (reparaciones) y el reemplazo de máquinas. Su objetivo es garantizar el óptimo funcionamiento de los activos fijos, contribuir con la calidad del producto, garantizar el retorno óptimo del capital invertido, aumentar la confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y efectividad, aumentar la disponibilidad de los equipos hasta el nivel preciso, reducir y optimizar los costes, mejorar la fiabilidad de máquinas e instalaciones y facilitar la mantenibilidad de las nuevas instalaciones, (Días, 2004).

En la Figura N° 02, se observa lo que engloba el proceso del mantenimiento.

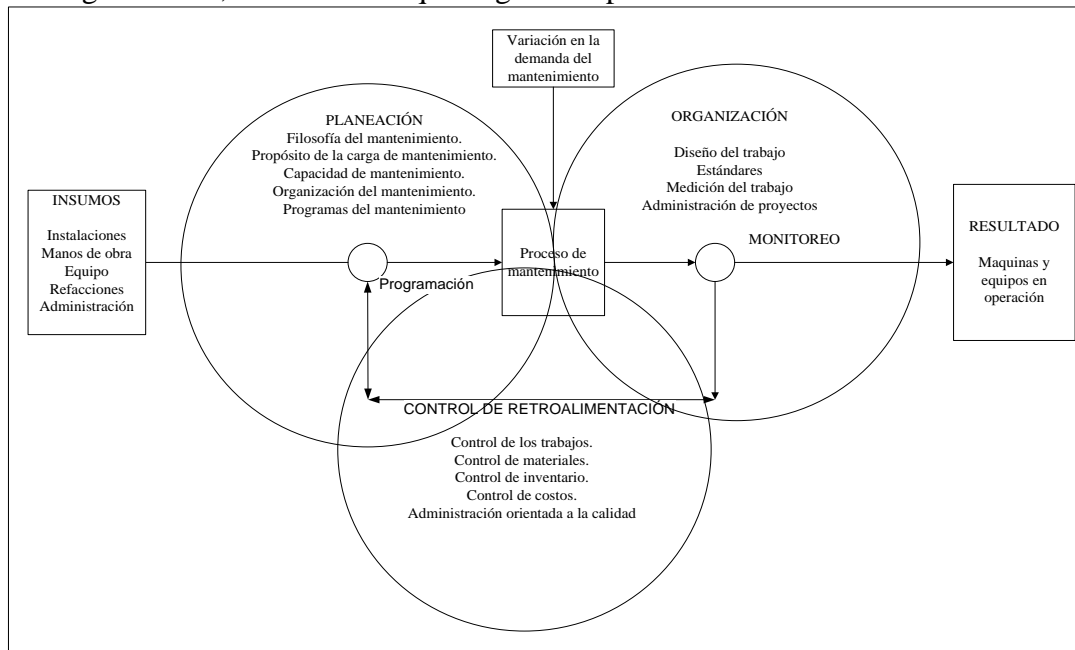


Figura N° 02. Sistemas y sub-sistemas de mantenimiento.
Fuente: Duffuaa, 2002.

2.2.3. Tipos de mantenimiento.

Debido a la globalización y a los ambientes altamente competitivos con los cuales las empresas deben enfrentarse en la actualidad, los sistemas de mantenimiento juegan un papel muy importante en la producción y las operaciones de las empresas. Un buen sistema de mantenimiento, garantiza la continuidad en los procesos productivos y asimismo asegura una calidad de salidas.

En la Figura N° 03, se muestran los tipos de mantenimiento.

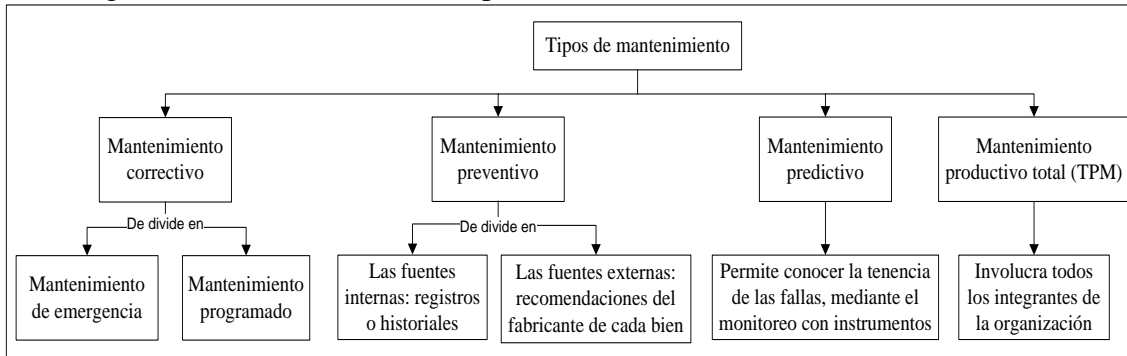


Figura N° 03. Tipos de mantenimientos.

Fuente: Padilla, 2011.

2.2.3.1. Mantenimiento preventivo.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no avisan por algún medio. Por ejemplo, una lámpara eléctrica debía durar 4000 horas encendida y se quema cuando sólo se la había empleado 200 horas. Ninguna evidencia informó sobre la proximidad de esta falla. La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

a. Las fuentes internas:

Están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder. Se debe tener en cuenta que los bienes existentes pudieron ser adquiridos como nuevos o como usados (Padilla, 2011).

b. Las fuentes externas:

Están constituidas por las recomendaciones sobre el mantenimiento, que efectúa el fabricante de cada bien (Padilla, 2011). La mantención preventiva es aplicada en general para componentes cuyo costo de reemplazo no son muy altos. Por su lado la mantención predictiva se realiza cuando el costo de reemplazo es superior y se dispone de técnicas no destructivas capaces de establecer la condición del equipo.

Ejemplo: análisis de vibraciones, de aceite, temperatura, corriente, etc. En casos de seleccionar mantención preventiva para un equipo, es necesario establecer frecuencias de cambio de piezas, lubricación, etc. Para ello se realizará un análisis de los ciclos de vida. Las tareas a realizar deben ser descritas claramente en procedimientos y su registro debe ser llevado en reportes. Ellos formarán parte de la hoja de vida de cada equipo. Tal registro ayudará en la detección de fallas en la mantención y la evaluación de costos de mantenimiento.

En la Tabla N° 01, se muestra la descomposición de los equipos en sub-grupos, para la identificación de los componentes de reemplazo.

Tabla N° 01. Descomposición de los equipos en sub-grupos

Clase	Tipo	Componentes
Mecánica	Reemplazo	Aceite Filtros piezas de desgaste, frenos Filtros rodamientos Juntas Resortes
	Regulación	Juegos/interferencias Tensión (correas). Presión Bloqueos
	Chequeo	Niveles
Eléctrica	Reemplazo	Contactos Componentes asociados a fallas técnicas. Capacitancias
	Regulación	Impedancias en circuitos, potenciómetros
	Chequeo	Valores de aislación Valores de capacitancia

Fuente: Pascual, 2011.

2.2.4. Sistema de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento puede ser considerado como un sistema que se realiza en paralelo con la producción, esta relación que existe son entre los objetos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento. Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen la necesidad de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados, una salida secundaria es las fallas de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma nota, y se produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción, elevando o maximizando las oportunidades a partir del mercado (Duffuaa, 2002). En la Figura N° 04, se explica el sistema de mantenimiento como un conjunto de actividades que se encuentran mutuamente relacionadas con las actividades del sistema de producción.

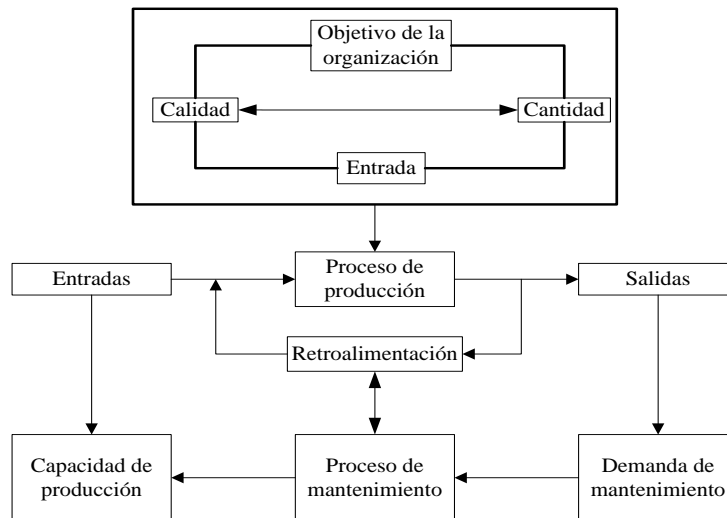


Figura N° 04. Sistemas de mantenimiento.

Fuente: Duffuaa, 2002.

2.2.5. Gestión del mantenimiento.

La gestión de mantenimiento para que se desempeñe eficientemente, los procesos y componentes, se debe de diseñar un plan de gestión de mantenimiento; de esta manera, el mantenimiento está en la obligación de velar por todos los aspectos relacionados con él, para alcanzar el grado de excelencia anhelado, (Padilla, 2012). El plan de la gestión de mantenimiento corresponde a las etapas indicadas en la Tabla N° 02, donde se realiza con colaboración de todos los involucrados en el mantenimiento de la empresa.

Tabla N° 02. Etapas de un plan de gestión de mantenimiento.

Primera etapa :	Análisis de la situación de mantenimiento en la empresa.
Segunda etapa :	Objetivo del plan
Tercera etapa :	Plan y ejecución
Cuarta etapa :	Control de los resultados

Fuente: Navarro, 1998.

2.2.5.1. Análisis de la situación actual en la empresa.

El punto inicial del plan de mejora, es evaluar en qué situación se encuentra el área de mantenimiento, identificando puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para alcanzar los resultados, esto se debe realizar cada cierto tiempo de acuerdo a las políticas propias de la empresa. Esta etapa se realiza desde la perspectiva de mantenimiento y los recursos disponibles, obteniendo la información necesaria que servirá para fijar los requerimientos de mantenimiento y simplificación del plan de gestión.

Un método para captar oportunidades de mejora, radica en contestar: ¿Qué, cómo, cuándo, dónde y por qué se está haciendo tal o cual actividad?, en esta etapa la identificación del análisis y diagnóstico del sistema de mantenimiento, debe ser desarrollada con la participación de especialistas de las áreas de planificación, organización, control de mantenimiento y los encargados de la producción.

Los procedimientos utilizados en el análisis pueden ser cuantitativos y cualitativos; por lo tanto el análisis proporcionará indicadores o alternativas para las posibles mejoras (Navarro, 1998). En la Figura N° 05, se observa la estructura para analizar la planeación del mantenimiento, situación actual y los recursos disponibles en la empresa.

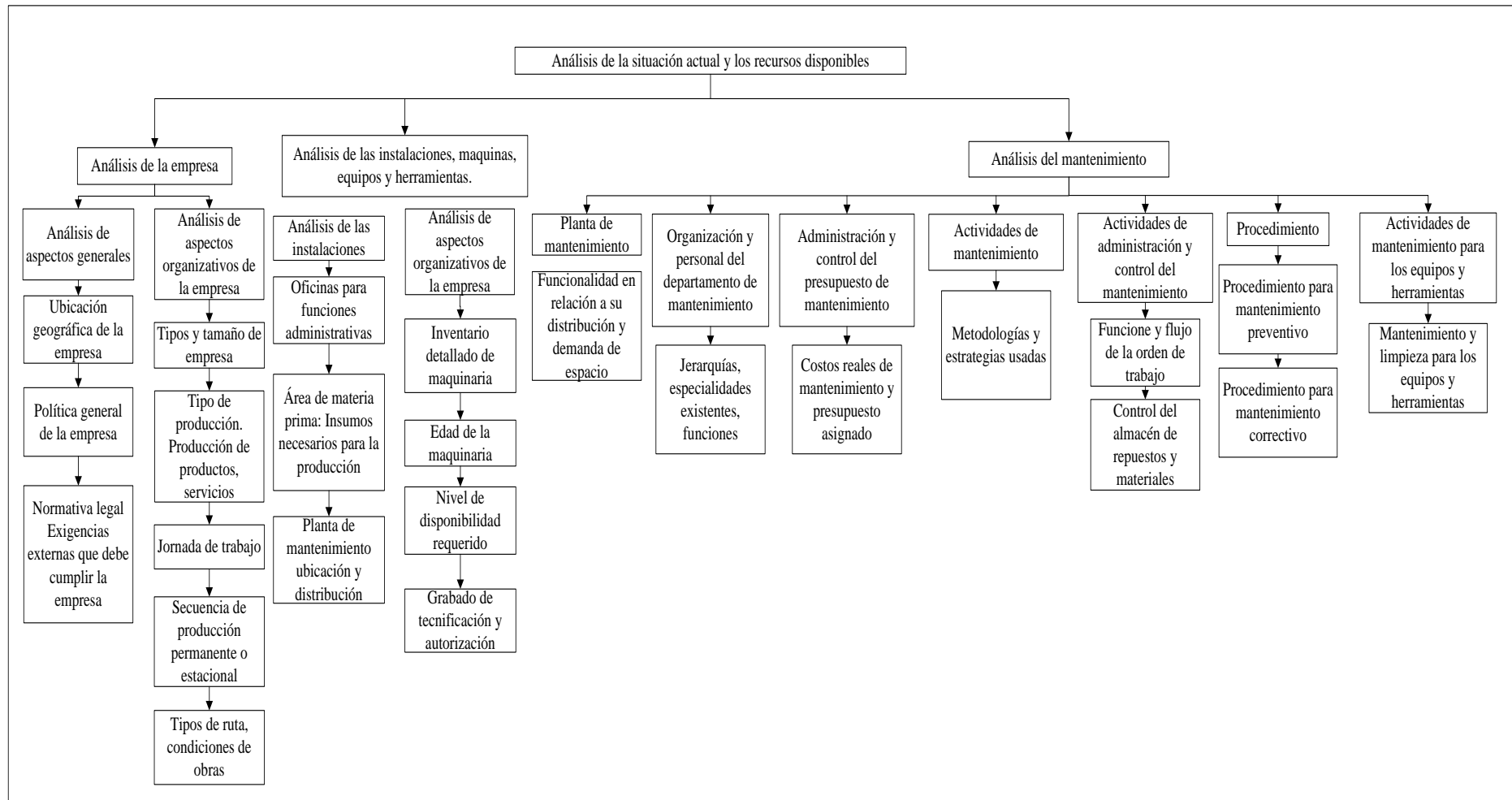


Figura N° 05. Análisis de la situación actual y los recursos disponibles.

Fuente: Navarro, 1998.

2.2.5.2. Determinación de los objetivos.

Después de realizar el diagnóstico de la situación actual se definen los objetivos a alcanzar con el plan de gestión el cual se indican en la Figura N° 06, es decir, captación de las posibles correcciones y mejoras, llevándolas a acciones parciales sistemáticas para facilitar su ejecución y control, al menor costo. Estos objetivos concretos, deben ser paralelos a las metas de la empresa (Navarro, L. 1998).

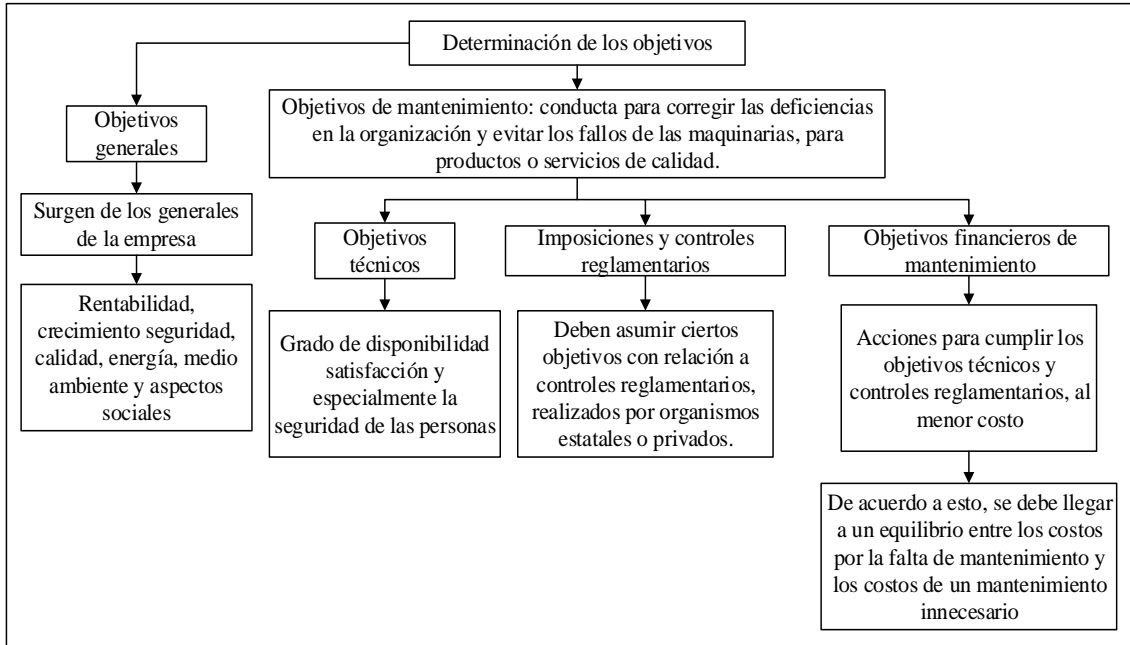


Figura N° 06. Determinación de los objetivos.

Fuente: Boucly, 1998.

2.2.6. Planeación y ejecución.

La Gestión de mantenimiento consiste en coordinar, dirigir y organizar los recursos materiales, humanos y flujos de información destinados al correcto funcionamiento, reparación y prolongación de la vida de los equipos disponibles (mantenimiento), para que además de lograr el buen funcionamiento en las labores propias de mantenimiento se consiga una contención del gasto y la optimización de costes.

En la Figura N° 07, se muestra la planeación y ejecución de la gestión del mantenimiento, en la cual se tendrán en cuenta diversos factores para su realización.

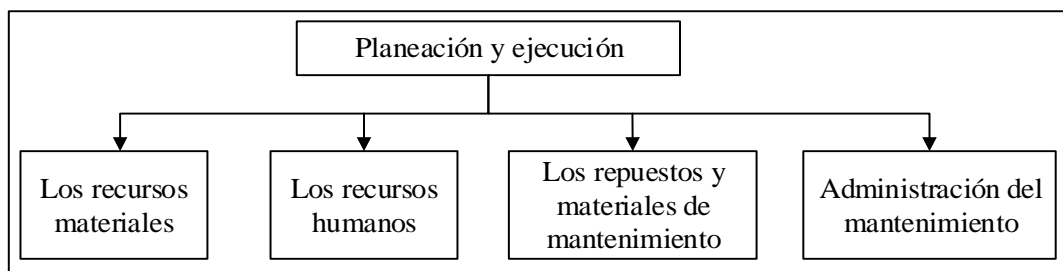


Figura N° 07. Planeación y ejecución.

Fuente: Planificación y ejecución del mantenimiento, (Navarro, 1998).

Los medios que permiten alcanzar los objetivos planeados y su gestión, se detallan en la Figura N° 08, análisis sistemático de la gestión del mantenimiento.

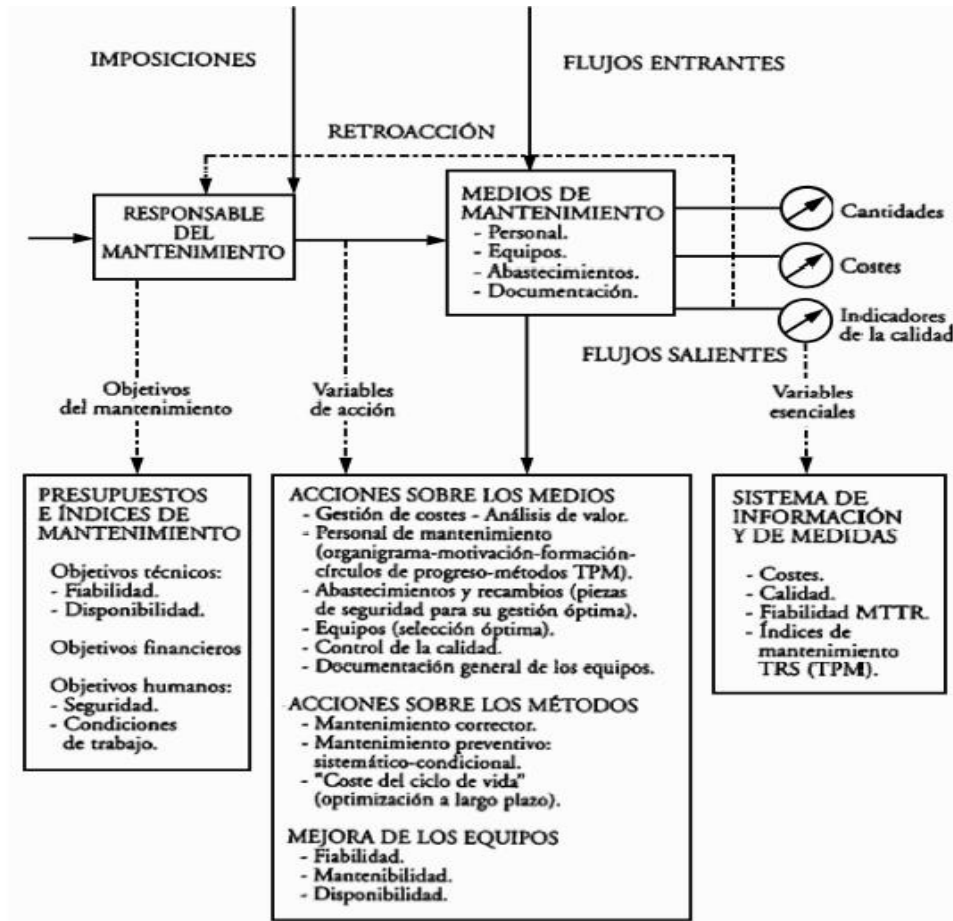


Figura N° 08. Análisis sistemático de la gestión del mantenimiento.
Fuente: Navarro, 1998.

2.2.7. Recursos materiales de mantenimiento.

Los recursos materiales de mantenimiento están dados por el taller, equipos y herramientas que se utilizan a la hora de hacer las prácticas de mantenimiento, para así alargar su vida útil. En la Tabla N° 03, se puede ver los recursos necesarios para el mantenimiento. Estos se miden mediante indicadores que evalúan los intervalos de tiempo determinados, esto permite, caracterizar la disponibilidad operativa de las máquinas en base a una combinación de fiabilidad, mantenimiento, mantenibilidad y logística del mantenimiento. Esto facilita la utilización de los mismos periodos y formulaciones (Navarro, L. 1998).

Tabla N° 03. Gestión de los recursos de mantenimiento.

Recursos materiales de mantenimiento			
Máquinas	Planta de mantenimiento	Equipos y herramientas	Vida útil de los recursos materiales

Fuente: Navarro, 1998.

2.2.8. Costos del mantenimiento.

Los costos del mantenimiento son considerados como factor esencial en la economía de la empresa, por lo que exige, ser adecuadamente planificado, evitando las improvisaciones que generan pérdidas de recursos. Ayuda mucho tener una planificación anual basada en los reportes históricos, tanto técnicos como de costos reales de mantenimiento, para cada unidad productiva. Además de los indicadores de disponibilidad de los equipos, debemos tener presente el costo que esto significa, buscar formas para un costo lo más bajo posible.

Esto significa que el costo, es un porcentaje del precio final de un producto o servicio, dependiendo de la empresa, este costo está entre el 5 – 10% del precio final, incluyendo los factores de competencia de la empresa. En la Tabla N° 04, se muestra los costos del mantenimiento.

Tabla N° 04. Costos del mantenimiento.

<p style="text-align: center;">COSTOS FIJOS DE MANTENIMIENTO</p> <p>Se caracteriza por se independientes del volumen global de producción de mantenimiento (preventivo + correctivo + mejora). Principalmente son los costos de los recursos requeridos, para desarrollar las actividades de mantenimiento preventivo sistemático y condicional, comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costo de la mano de obra directa (técnicos de mantenimiento). - Costo de la mano de obra indirecta (administración del departamento de mantenimiento). - costo de los repuestos y materiales empleados, estimados al momento de salir del almacén recambios. - costo por utilización de los equipos y herramientas. - costo por concentración de seguros para el mantenimiento de ciertos equipos productivos. 	<p style="text-align: center;">COSTOS VARIABLES DE MANTENIMIENTO</p> <p>Se caracteriza por se proporcionales al volumen global de producción de mantenimiento (preventivo + correctivo + mejora), y se dividen en: Costos de mantenimiento correctivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costo de la mano de obra directa (técnicos de mantenimiento). Esta mano de obra puede ser propia de la empresa o contratada desde una empresa de servicios. - Costo de los repuestos y materiales empleados, estimados al momentos de salir del almacén de recambios o su valor real de compra cuando no existen en stock. - Costo de la utilización de los equipos y herramientas. <p style="text-align: center;">COSTOS DE MEJORA DE LA FIABILIDAD/ MENTENIBILIDAD DE LOS EQUIPOS</p> <p>Costos Mejora = Costo de implementación + nuevos costos de utilización. Costos variable = Costos de mantenimiento correctivo + costo de mejora</p>
<p style="text-align: center;">COSTO INTEGRAL DE MANTENIMIENTO</p> <p>Proporciona una idea global de la gestión del mantenimiento en comparación con el análisis particular de cualquiera de los otros costos. Este costo, tiene en cuenta todos los factores relacionados con el funcionamiento del equipo y no solo los directamente relacionados con su mantenimiento.</p> <p style="text-align: center;">Costo integral = Costo fijo + costo variable + costo financieros + costos de fallo.</p>	
<p style="text-align: center;">COSTO FINANCIEROS DE MANTENIMIENTO</p> <p>Los costos financieros respecto a mantenimiento, comprenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El valor total del stock de seguridad del almacén de recambio, mas el valor estimado de su almacenamiento. El guardar mucho o poco recambios resulta contraproducente para los objetivos globales de la empresa: por tanto, el conseguir un punto óptimo en el nivel de stock es clave para reducir este costo. - valor de las amortizaciones de los equipos que por su importancia en la producción, a veces requieren tener un duplicado, para satisfacer esa disponibilidad requerida. <p><i>Regularmente el valor del stock de recambios, también es considerado dentro de los fijos de mantenimiento.</i></p>	<p style="text-align: center;">COSTO DE FALLO</p> <p>Se refieren al valor económico que la empresa que la empresa deja de percibir, por causas relacionadas directamente con el mantenimiento emergente de los equipos productivos, comprenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costo por interrupción de la producción, debido a un fallo. - Costo derivados de la perdida de calidad, debido a defectos en los equipos. - Costo de la degradación de los equipos, a causa de un mantenimiento inadecuado y la aparición de las averías como consecuencia. - Costos derivados de un incremento de los accidentes de trabajo, provocados por la falta de seguridad en equipos con fallos. - Costo por las perdidas energéticas. - Costos por sanciones ambientales, imputables a un equipos defectuoso, debido a que las emisiones sobrepasan las tolerancias permitidas.

Fuente: Navarro, 1998.

2.2.9. Indicadores del mantenimiento.

Los indicadores nos permiten medir la eficacia de todo o parte de un proceso o de un sistema (real o simulado), con referencia a una norma, un plan o a un objetivo, determinado o aceptado en un cuadro estratégico de la empresa. En la Tabla N° 05, se mencionan los indicadores básicos (fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad) que el jefe de mantenimiento debe de conocer.

Tabla N° 05. Indicadores del mantenimiento.

FIABILIDAD	
El tiempo medio de funcionamiento (TMF)	$TMF = TF/NP$
TF: Tiempo de funcionamiento (horas) NP: Numero de paradas de la maquina (A-dimensionales)	
El tiempo medio entre averías (MTBF)	$MTBF = TF/NA$
TF: Tiempo de funcionamiento (horas) NP: Numero de averías (A-dimensionales)	
Tasa de fallas	
Números de fallos o averías/funcionamiento (horas)	
MANTENIBILIDAD	
El tiempo medio de reparación (MTTR)	$MTTR = TA/NA$
TA: Tiempo de paradas por averías (horas) NA: Numero de averías (A-dimensionales)	
El tiempo medio de un fallo (MTTR)	
Suma de los fallos/ suma de números de averías o fallos	
Tasa de mantenibilidad (M)	$M = 1/MTTR$
DISPONIBILIDAD	
Disponibilidad (D)	$D = MTBF/MTBF+MTTR$

Fuente: Navarro, 2008.

2.2.10. Análisis de criticidad de los equipos.

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones de manera acertada y efectiva, enfocando el esfuerzo y los recursos hacia áreas donde sea más importante mejorar la confiabilidad operacional. Permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico de lo analizado diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

Una vez identificadas estas zonas es mucho más fácil diseñar una estrategia para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que forman parte de la zona de alta criticidad, que es donde se ubica la mejor oportunidad de agregar valor y aumentar la rentabilidad del negocio. El objetivo de este tipo análisis es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable (Fraga, 2009).

2.2.10.1. Método NorsokZ-008.

El estándar NORSOK Z-008 aplica para equipos mecánicos (estáticos y rotativos), instrumentos y equipos eléctricos. Están excluidas del alcance de esta norma las estructuras de carga rodante, estructuras flotantes y gasoductos-oleoductos. Este estándar NORSOK es aplicable para los propósitos diferentes como para la fase de diseño. (Determinar los requerimientos iniciales de mantenimiento, identifica fallas ocultas de equipos críticos escondidos sobre equipo crítico y selección de partes y repuestos); preparación para la operación; desarrollo de programas de mantenimiento iniciales para la puesta en funcionamiento de sistemas y selección de piezas de repuesto corrientes y la fase operacional (Gutiérrez, Agüero y Calixto, 2007).

Para la determinación de la criticidad de los activos según esta norma se emplea el siguiente flujograma, mostrado en la Figura N° 09, cuyo objetivo principal de la norma NORSOK es establecer las bases para el diseño y optimización de los programas de mantenimiento para plantas de petróleo y gas, nuevas y en servicio, basados en la criticidad de sus componentes, considerando los riesgos relacionados con el personal, ambiente, pérdida de producción y los costos económicos directos (todos los costos y costos de la pérdida de producción).

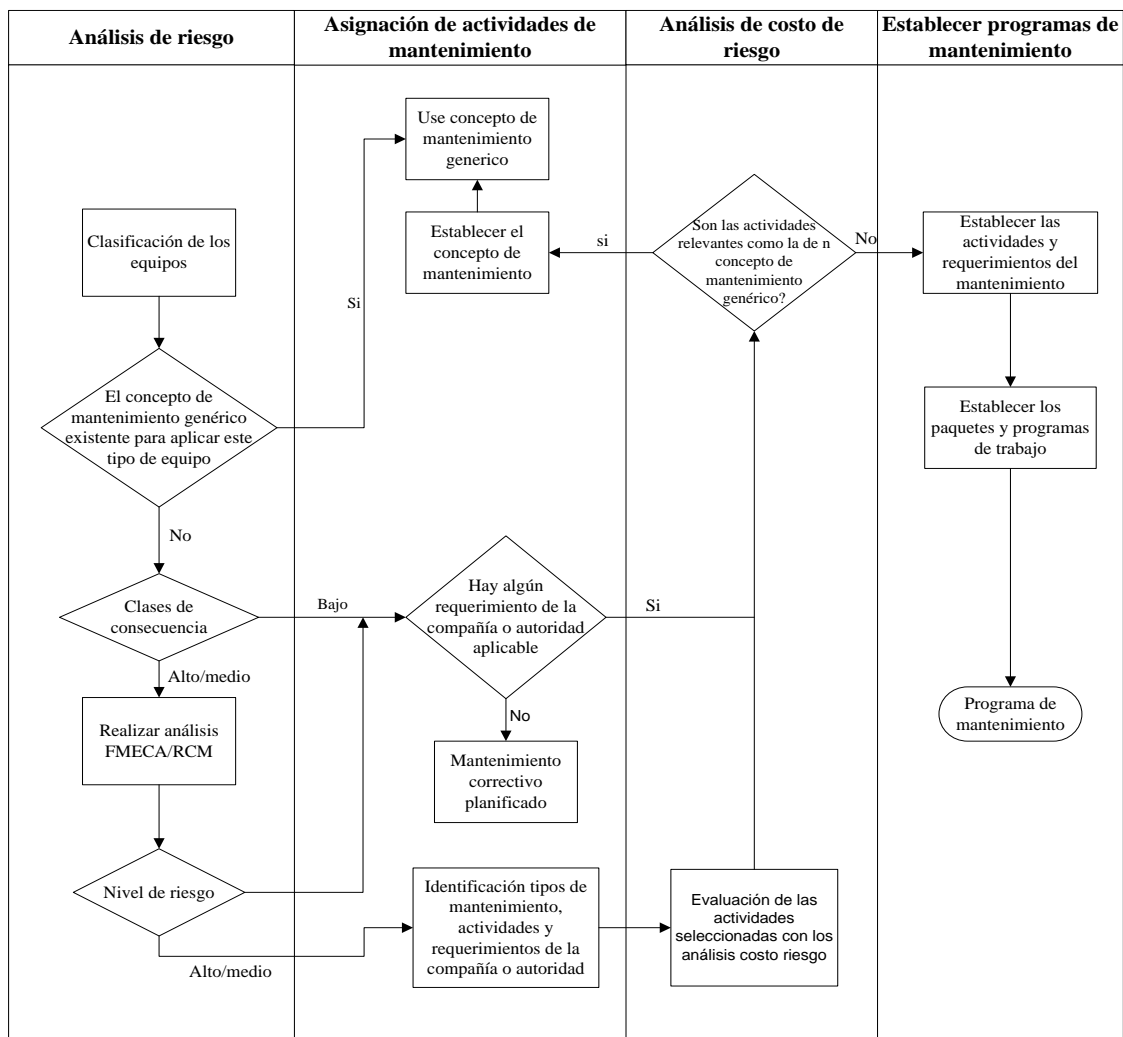


Figura N° 09. Metodología de NORSOK STANDARD Z-008.

Fuente: Gutiérrez, Agüero, y Calixto, 2007.

2.2.10.2. Metodología de análisis de criticidad de los puntos.

La metodología de los puntos tiene su origen en el movimiento de mejora de la confiabilidad de los procesos productivos que se inició en la industria petrolera del Mar del Norte en la década del 90, la base fundamental de este enfoque es el establecimiento de un sistema de puntos para valorar la criticidad; y de una matriz cuyos rangos de frecuencia y consecuencia se expresan en “puntos”. La ecuación base para el cálculo de criticidad en esta metodología es la siguiente:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia de Fallas} \times [(\text{Nivel de producción} \times \% \text{ Impacto} \times \text{Tiempo promedio para reparar}) + \text{Costo reparación} + \text{Impacto en la seguridad} + \text{Impacto ambiental}].$$

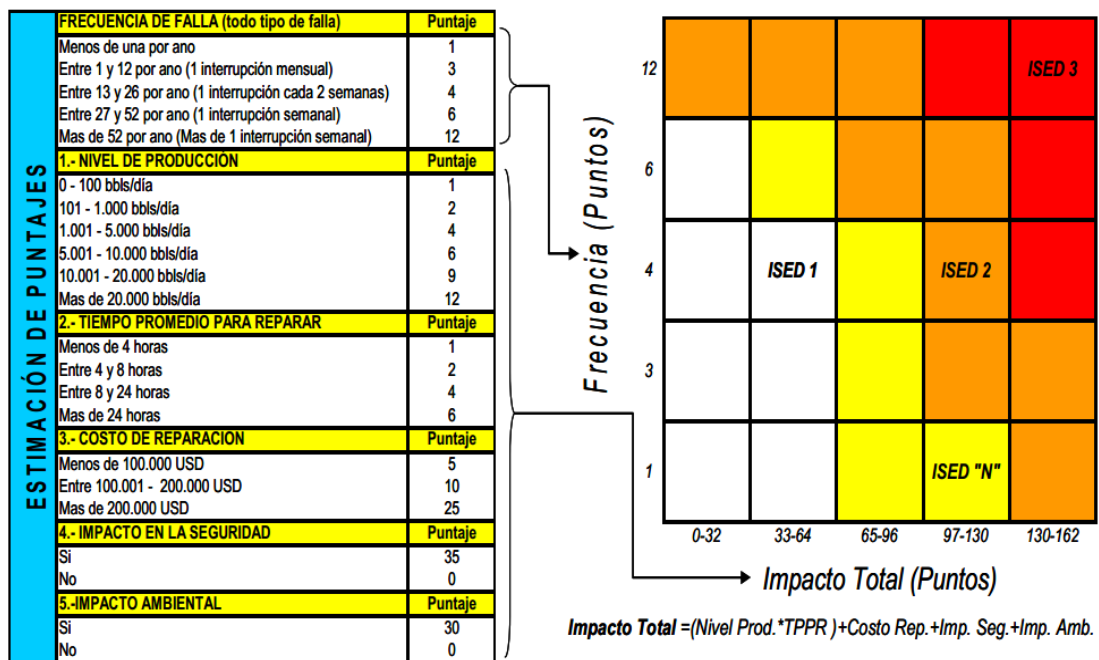


Figura N° 10. Metodología de análisis de criticidad de los puntos.

Fuente: Gutiérrez, Agüero, y Calixto, 2007.

La Figura N° 10, muestra la tabla para estimación de puntajes y la matriz de riesgo que propone la metodología. Su uso es intuitivo, de fácil manejo y rápida aplicación. Como todo análisis semi-cuantitativo, puede ser altamente impactado por la subjetividad en su aplicación, por lo que es recomendable el estudio de las bases o premisas que sustentan el diseño de la matriz de riesgo y la “clara definición” de cada uno de los términos de la ecuación de criticidad para evitar dualidad en la interpretación. Adicionalmente, se recomienda la participación de “equipos naturales de trabajo” en la valoración de la criticidad para minimizar el sesgo y la subjetividad.

2.2.11. Equipos y herramientas.

Los equipos y herramientas están relacionados con la naturaleza de las actividades y las especialidades de mantenimiento que se ejecutan, tanto dentro de la planta de mantenimiento; así como la calidad de las reparaciones y el tiempo consumido en ella depende en gran medida de los equipos y herramienta disponibles, utilizadas

eficientemente. Algunas normas para implementación de un taller y otras de control durante su funcionamiento.

- Su nivel de dotación es proporcional con su índice de disponibilidad de la maquinaria.
- La demanda de mantenimiento actual y con proyecto a futuro.
- Los métodos y estrategias de mantenimiento para satisfacer las demanda, variedades y especialidad de las actividades a desarrollar.
- La obligación de protección de la salud y seguridad de las personas, a través de equipos de protección personal.
- La adquisición de nuevos equipos requiere de una capacitación de los técnicos de mantenimiento que están a cargo de los equipos y herramientas.

2.2.12. Vida útil de los recursos.

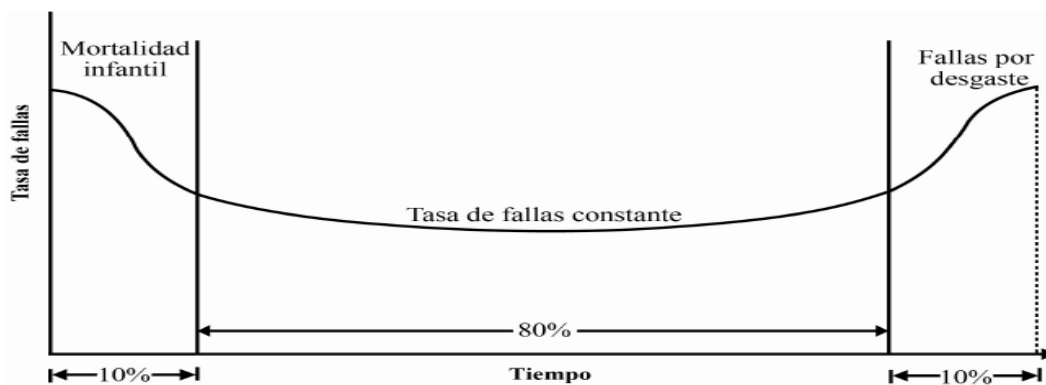


Figura N° 11. Gestión de los recursos de mantenimiento.

Fuente: Padilla, 2012.

En la Figura N° 11, se muestra el ciclo de vida de las máquinas, equipos y herramientas, deben de cumplir con ciertas normas de utilización y mantenimiento, pueden desempeñar satisfactoriamente las funciones nominales para las cuales fueron creados. De ahí, la necesidad de un mantenimiento permanente tomando las precauciones de no sobrepasar los límites de funcionamiento y utilización establecidos por el fabricante (Padilla, 2012).

Para las piezas, máquinas o equipos, si durante un periodo de tiempo determinado, se recopilan todos los datos de la tasa o índice de fallos, y se los grafica ordenadamente en función de sus actividades de utilización (funcionamiento, tiempo de vida, etc.) marcadas cuando aparecieron dichos fallos, se observa, un patrón definido que es conocido como “curva de Davies”.

2.2.13. Talento humano.

A pesar de los avances tecnológicos aplicados al mantenimiento, diseño, fabricación, eficiencia, sistemas de diagnóstico y la asistencia de sistemas electrónicos e informáticos, son necesarios los técnicos para su mantenimiento, por el momento, es casi (Padilla, 2012). Sin embargo, esta evolución tecnológica ha llevado a que las empresas requieran de un personal calificado tanto producción como para mantenimiento. En la Figura N° 12, se muestra los talentos humanos del mantenimiento.

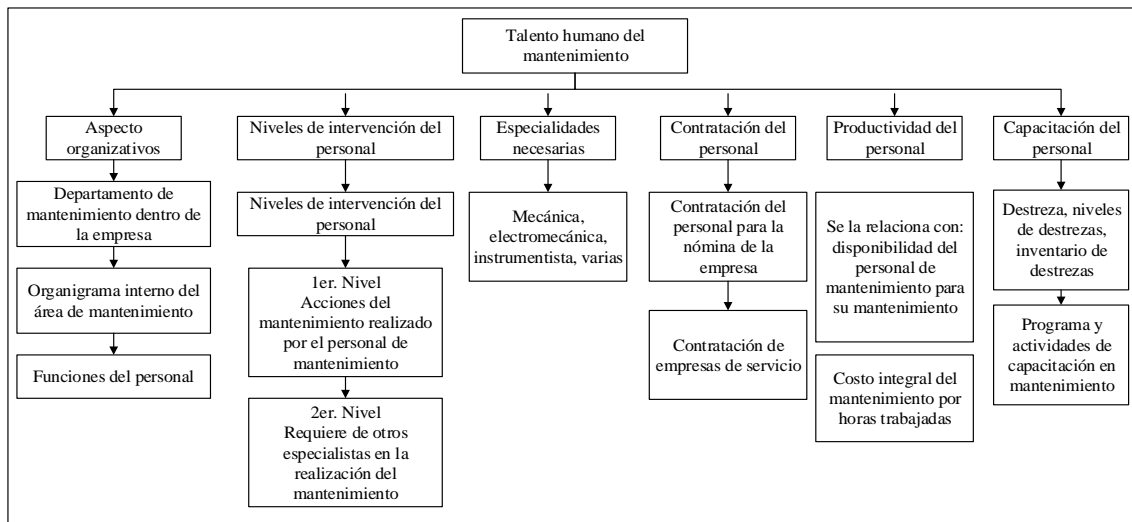


Figura N° 12. Talento humano del mantenimiento.

Fuente: Padilla, 2012.

El personal necesario para producción y mantenimiento de la empresa debe ser:

- Administrativo de planificación y control tanto de producción como de mantenimiento.
- Personal técnico de mantenimiento, por lo general, laboral, en el taller de mantenimiento según su necesidad en ruta u obra.
- Personal de producción, son los conductores y operadores a cargo de la maquinaria.

La motivación del personal permitirá alcanzar:

- La satisfacción de las necesidades del personal, que se expresa solo cuando se ha eliminado los factores de insatisfacción.
- La idea de generar una pertenencia trabajador-empresa, que hará que el trabajador busque alcanzar los objetivos con los que se sienta identificado, etc. Esta formación profesional se llevara a cabo con una capacitación continua.

2.2.14. Los repuestos y materiales de mantenimiento.

Como parte de la logística de materiales, es fundamental la gestión de los recambios. Para las actividades de mantenimiento preventivo, dentro de su planificación y programación, están incluidos los repuestos y materiales requeridos, lo que permite un aprovisionamiento de acuerdo a su demanda y en el momento oportuno, pudiéndose presentar pequeños desfases totales.

El problema aparecen con los fallos aleatorios, en ese momento, previendo estas ocurrencias y tratando de solventarlas para minimizar el tiempo muerto, se guarda un stock. Los materiales de mantenimiento, su costo menor, su normalización de especificaciones entre los diferentes fabricantes, su rotación corta y aprovisionamiento rápido, hacen flexible (Padilla, 2012).

Los pasos para realizar la gestión de los repuestos y materiales, corresponden al departamento de mantenimiento, para optimizar, se debe realizar:

- Un estudio de las maquinarias y los repuestos que necesitan.
- La determinación de los repuestos y materiales que podemos necesitar.
- La fijación de los stocks de recambio y conseguir una gestión eficaz.
- Una gestión acertada del almacén de recambios.

2.2.15. Administración del mantenimiento.

La administración del mantenimiento es el manejo conjunto de todas las acciones y recursos, entonces solo es posible realizarlo con la esquematización de los diferentes procesos. Su simplificación y racionalización se lleva a través de algunos instrumentos y formatos, que dependiendo del tamaño de la empresa, son más o menos complejos. En la Figura N° 13, se muestra la administración del mantenimiento.

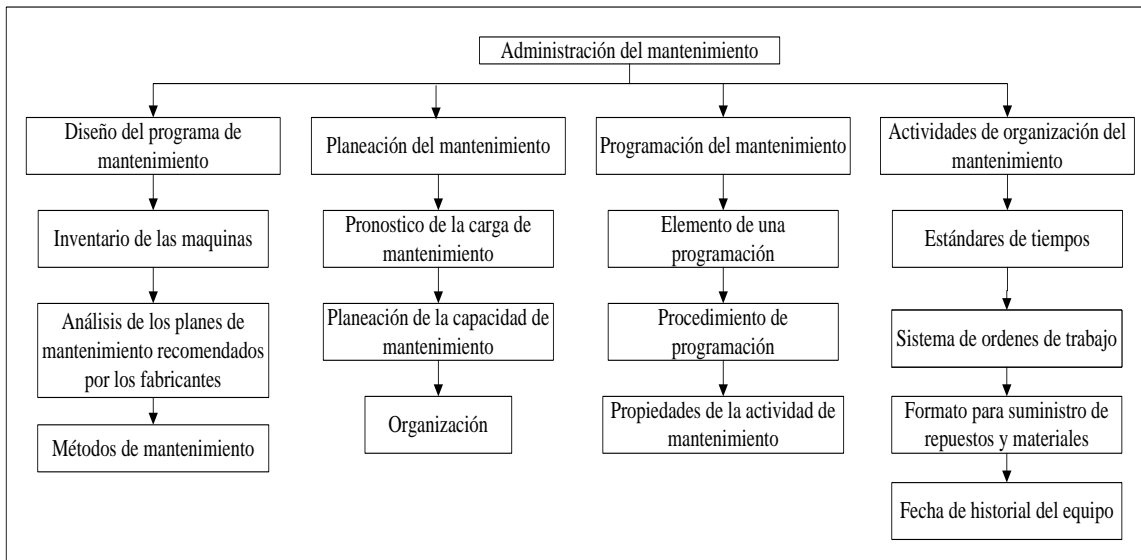


Figura N° 13. Administración del mantenimiento.

Fuente: Padilla, 2012.

III. RESULTADOS.

Una vez definido los objetivos se identificaron los diferentes problemas que atraviesa la empresa, por lo cual se propusieron medidas preventivas con la finalidad de dar una solución y con ello mejorar el funcionamiento de las maquinarias posterior a ello se evaluó el impacto económico identificando los beneficios de las propuestas, en base a ella se realizó la investigación en la empresa Kar & Ma SAC. Ubicada en la ciudad de Chiclayo, distrito de José Leonardo Ortiz.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

3.1.1. La empresa “KAR & MA SAC”

Kar & Ma SAC, es una empresa fundada desde 1995, dedicada a la elaboración y comercialización de sal de mesa, se encuentra ubicada en la ciudad de Chiclayo, distrito de José Leonardo Ortiz, en la Av. San Gabriel s/n Mz. 16, de la urbanización Santa María. La empresa cuenta con un área de 750 m² donde se encuentra instalada su infraestructura para el proceso de elaboración de la sal.

Actualmente la gerencia de la organización la tiene a cargo el Sr. Carlos Irigoín y la Sra. Carmen Lan propietarios que se encargan de cumplir con sus objetivos y metas trazadas.

A) Estructura organizacional de la empresa:

Kar & Ma SAC, es una pequeña empresa por lo que no cuenta con mucho personal a su cargo. En la Figura N° 14, se muestra la estructura de la organización, la cual está formada de una forma tradicional jefes y colaboradores. Organigrama de tipo vertical.

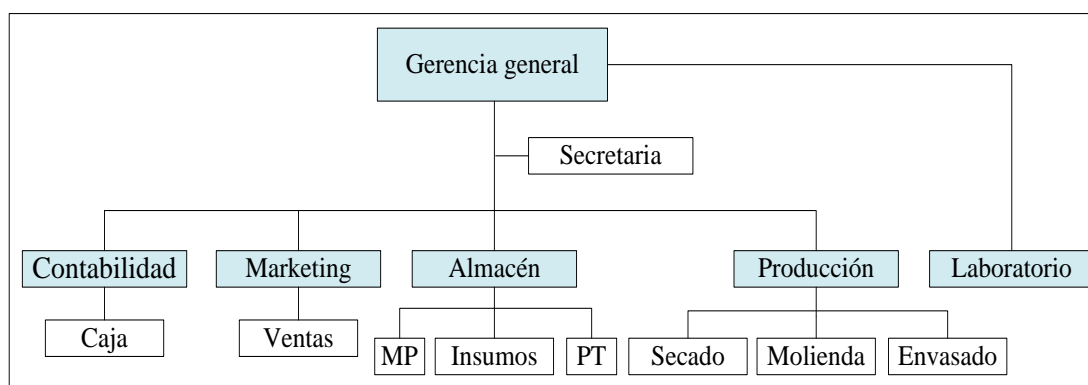


Figura N° 14. Organigrama de la empresa Kar & Ma SAC

Fuente: Kar & Ma SAC, 2013

Descripción de las funciones de las partes que conforman su organigrama:

- **Gerente General:** La gerencia está conformada por el Sr. Carlos Irigoín y la Sra. Carmen Lan, quienes son los encargados de supervisar y coordinar todas las operaciones en las que se rige la empresa. La cual esta es apoyada por un auxiliar administrativo (secretaría contable).

- **Encargado de Ventas:** El área de ventas está ocupada por el auxiliar administrativo (secretaría contable), el cual se encarga del marketing, venta y registro del producto.
- **Encargado de almacén:** Esta área cuenta con 2 colaboradores quienes se encargan de suministrar el material a la línea y de entregar el producto terminado al cliente.
- **Encargado de producción:** La producción cuenta con una encargada que hace de jefe de planta es la que gestiona y supervisa la producción (no tiene estudios superiores).
- **Encargado de laboratorio:** El encargado del laboratorio es un biólogo, quien realiza las pruebas de cantidad de yodo en la sal, así como también ve la calidad de la sal y si ésta es apta para el consumo humano.

La mano de obra con la que cuenta Kar & Ma SAC no es calificada. La empresa cuenta con 38 colaboradores en total, la mayor parte está en el área de envasado y estivado. En el área de producción laboran 33 trabajadores los cuales están distribuidos en los diferentes procesos. Se cuenta con un jefe de producción y uno de mantenimiento. En el área de mantenimiento solo se tiene a 3 colaboradores para la mantención de las máquinas. Los operarios trabajan un turno de 8 horas por 6 días a la semana, teniendo una remuneración de 3,21 soles/hora. Se consideran horas extras, a partir de la hora 9 se paga el 25% más a su salario base. A continuación se muestra la Tabla N° 06, donde se especifica el número de áreas y el número de colaboradores de cada una de ellas.

Tabla N° 06. Áreas y número de empleados.

Áreas con que cuenta la empresa KAR & MA SAC.	N° de colaboradores
- Área administrativa.	4
- Área de molienda	3
- Área de secado	3
- Área de tamizado	1
- Área de envasado	20
- Área de mantenimiento	4
- Almacén de productos terminado	2
- Laboratorio	1
Total	38

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

B) Política de la empresa:

La política de la empresa Kar & Ma SAC, es elaborar un producto pensando en su salud y en la de su familia, por su gran contenido de yodo, previniendo la enfermedad del bocio, coto endémico, cretinismo, etc. Es un producto de alta calidad y pureza absolutamente garantizada.

3.1.2. ACTIVIDAD PRINCIPAL DE KAR & MA SAC:

Kar & Ma SAC se dedica a la elaboración, envasado y comercialización de sal de mesa, en presentaciones de sacos 24 y 50 kg. Entre las marcas que comercializa su producto esta: La Costeñita, Pirámide y Marrón. Estos se distribuyen en los mercados de la sierra y selva, principalmente en las ciudades de Cutervo, Chota, Tarapoto, Amazonas, San

Martín, entre otros. Lo que convierte a la empresa en una industria con amplia experiencia y líder en estos sectores.

3.1.3. PRODUCTOS:

a) Productos principales:

- Sal de mesa costeñita de 1 kg aproximadamente 24 unidades en sacos de 24 kg.
- Sal de mesa costeñita de $\frac{3}{4}$ 32 unidades en sacos de 24 kg.
- Sal de mesa pirámide 1 kg aproximadamente 24 unidades en sacos de 24 kg.
- Sal industrial Morrón de 50 kg.

b) Desechos

Los desechos que se obtienen del proceso de producción son las bolsas, sacos e hilo que presentan alguna falla de fabricación o los que han sido utilizados como muestras en el control de calidad.

c) Desperdicios

Durante las etapas de producción se desperdicia sal. La sal que ingresa al proceso de molienda, secado, tamizado y envasado tiene pequeñas pérdidas por la caída de la sal de las máquinas. También se genera gran cantidad de polvo de sal en cada etapa del proceso, la cual no es recolectada por completo por los ciclones.

3.2. MATERIALES Y SUMINISTROS.

A. MATERIALES

A.1. Descripción de materiales

- Materiales directos.

Halita: La Halita es conocida vulgarmente con el nombre de Sal Gema. Su nombre deriva del término griego "Halos", que viene a significar como sal de piedra o sal de roca. La Halita presenta la siguiente composición: Contiene el 39,3% de sodio y el 60,7% de cloro, a veces con impurezas de sulfatos, cloruros de magnesio y calcio.



Figura N° 15. Halita (sal en gema)

Fuente: Kar & Ma SAC, 2013

La obtención de la materia prima se realiza por la zona de Sullana - Piura, en la Minera Regional Grau Bayobar S.A, Esta es transportada por tráiler hasta los almacenes de la empresa ubicada en Chiclayo - Distrito de José Leonardo Ortiz, donde se almacena para su posterior proceso. En la Figura N° 15, se ilustra la halita (sal en gema).

Yodo y flúor: El yodo es un elemento químico esencial ya que la deficiencia de yodo produce bocio y mixedema. Es por ello que el Ministerio de Salud ha dispuesto el uso de yodo y flúor para prevenir estas enfermedades. La empresa utiliza 8 kg/diario de yodo la cual se mezcla en 80 l de agua, su aplicación se realiza en la etapa de molienda.

Agua: Aproximadamente en el proceso productivo de la sal se utiliza 80 L de agua, necesaria para disolver el yodo, este es agregado en la etapa de molienda.

- **Materiales indirectos.**

Se consideran como materiales indirectos a las bolsas plásticas las cuales contendrán el producto final que es la sal yodada de mesa, los envases son adquiridos en la empresa COESA SAC. Para esta investigación se analizó el proceso de producción de la sal en bolsas de 1 kg aproximadamente, $\frac{3}{4}$, y sal industrial Morrón en saco de 50 kg. También se consideran los sacos de polipropileno adquiridos en la empresa A&B SAC, y el hilo pabulo usado para coser el saco, este es adquirido en Ferretería Modelo SRL.

A.2. Cantidad de materiales (Materia Prima e insumos) utilizados en la producción.

Las cantidades de materia prima que la empresa requiere para la elaboración del producto se muestran en la Tabla N° 07, Allí se mencionan las cantidades anuales, mensuales y diarias de materia que utiliza la empresa.

Tabla N° 07. Cantidad mensual de materia prima e insumos.

Materia prima	Origen	Cantidad de materia prima		
		Año	Mes	Diario
Sal en gema	Piura	10 080 000 kg	840 000 kg	35 920 kg
Yodo	Lima	600 kg	50 kg	2 kg
Agua potable	Chiclayo	5 760 litros	480 litros	20 litros
Bolsas plásticas	Lima	9 600 000 unid.	800 000 unid.	31 920 unid.
Sacos de polipropileno	Chiclayo	511 488 unid.	40 000 unid.	1 330 unid.
Pabulo	Chiclayo	1 920 000 unid.	160 000 m	6 665 m
Recursos	Origen	Año	Mes	Diario
Energía eléctrica	Electro-norte	1 049 529,6 kW/h	87 460,8 kW/h	3 644,2 kW/h
GLP	-	37 440 gal	3 120 gal	130 gal

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Para el cálculo de las cantidades de recursos utilizados de energía eléctrica se tomaron como referencia que por cada saco de 24 kg producido se consume 2,74 kW/hora (dato de la empresa). El consumo de combustible utilizado en el funcionamiento del área de secado, requiere de 14,44 galones/turno (dato de la empresa).

La empresa no tiene registros históricos de la su producción, solo cuentan con su plan histórico de ventas, el cual muestra las ventas realizadas desde el 2006 para adelante. Anterior a eso no se encuentra registros.

B. Suministros:

La empresa Kar & Ma SAC, utiliza agua potable proveniente de la matriz de Epsel. Esta utiliza 3 000 litros mensuales en toda la planta, de los cuales 1 920 litros son utilizados en el área de molienda. Por otro lado la empresa, consume 2,74 kW/h en 24 kg producidos dando un total mensual de 3 666 kW/h.

3.3.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.3.1. Proceso de elaboración sal yodada de mesa

➤ Recepción de materia prima:

La materia prima llega a la empresa por medio de camiones, proveniente la Minera Regional Grau Bayóbar S.A. Ubicada en Sullana - Piura, la materia viene en sacos de 75 kg los que son almacenados.

➤ Molienda:

El proceso inicia con la molienda de la sal en gema, con un molino de martillos, donde se le agrega el yodo y flúor por “Reglamento Técnico para la Fortificación de la Sal para Consumo Humano con Yodo y Flúor”.

Este reglamento está dado por el Ministerio de Salud. También se le adiciona anti-compactante para evitar la formación de grumos. Los sacos son estibados del almacén de materia prima hasta el área de molienda.

➤ Secado:

Siguiendo con el proceso una vez triturada la sal, ésta es llevada por estibadores hasta el área de secado donde hay seis secadores rotatorios; en esta etapa la sal es sometida entre 80 y 120 °C para reducir la humedad y evitar su solidificación.

➤ Tamizado:

Luego es transportada por una faja transportadora al área de tamizado, donde por medios de vibraciones y de la zaranda se separa las impurezas. Los estibadores son los encargados de llevar la sal hasta la siguiente etapa.

➤ Envasado:

Esta área cuenta con 4 mesas donde los colaboradores se encargan del llenado de la sal en bolsas de 24 kg y 50 kg, estos se cosen y se almacenan para su venta.

En la Tabla N° 08, muestra la ficha técnica de calidad y tolerancia para el envasado de sal de mesa e industrial.

Tabla N° 08.Ficha técnica del producto.

FICHA TÉCNICA			
Producto de nominado como cloruro de sodio, popularmente conocido como “Sal”, ligeramente comestible y comúnmente es utilizado como condimento.			
Ingrediente principal	Cloruro de sodio		
Ingrediente secundario	Yodo, flúor y anti-compactante.		
CARACTERÍSTICAS			
Físicas	Grumoso		
Color	Blanco		
Olor	Fuerte		
Sabor	Salado		
Ph	7 (neutro)		
	PRODUCTOS	UNIDADES	PESO
	Sal de Mesa Costeñita 1 kg. Aprox.	24 unid.	24 kg
	Sal de Mesa Costeñita 3/4 kg. Aprox.	32 unid.	24 kg
	Sal de Mesa Pirámide	24 unid.	24 kg
	Sal industrial Morrón	1 unid.	50 kg

Fuente: Kar & Ma SAC, 2013.

El proceso de envasado de sal en la empresa Kar & Ma SAC, no cuenta con buenas prácticas de manufactura (BPM), ni Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), ni mucho menos el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP). La empresa solo cuenta con el Registro Sanitario: 03952-2011 código: M0002011N – MAKRMA.

La sal para uso industrial solo es molida y envasada en sacos de 50 Kg.

3.3.2. Sistema de producción.

El sistema de producción que utiliza la empresa Kar & Ma SAC, para la elaboración de sal de mesa es un sistema de producción continuo, debido a que todas las etapas están en forma lineal y secuencial para la realización de un solo producto. En la fig. N° 16 se evidencia el proceso de producción de la sal, en él se detalla las entradas y salidas de materia en todo el proceso.

a) Diagrama de operaciones del proceso (DOP).

En la Tabla N° 09, se muestran la cantidad de actividades realizadas, se tiene un total de 1 actividades, de las cuales 8 son operaciones, 7 son transporte y 1 almacenamiento de producto terminado.

Tabla N° 09. Resumen de actividades de DOP.

RESUMEN	
ACTIVIDAD	CANTIDAD
Operaciones	8
Transporte	7
Almacenamiento	1
Total	15

Fuente: Elaboración propia.

En el Figura N° 16 se muestra el DOP de todas las operaciones y materiales usados en el proceso productivo de la sal, desde la llegada de materia prima hasta la salida del producto terminado.

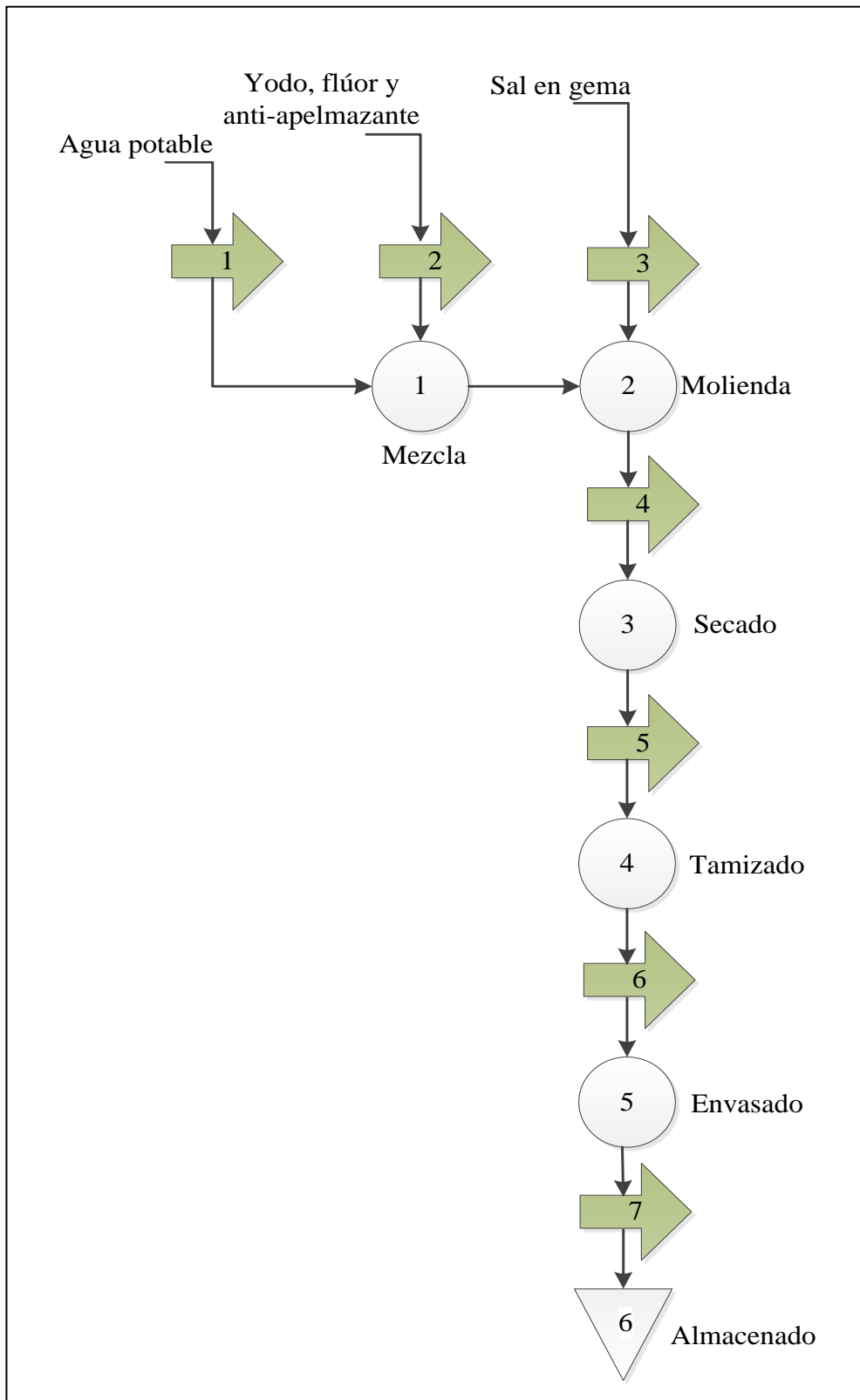


Figura N° 16. Diagrama de operaciones.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

b) Diagrama de flujo.

En el Figura N° 17, se muestra el diagrama de flujo del proceso productivo de sal yodada de mesa, donde la materia prima principal es la sal, el cual pasa a través de un conjunto de etapas ordenadas secuencialmente para la obtención del producto final y su comercialización.

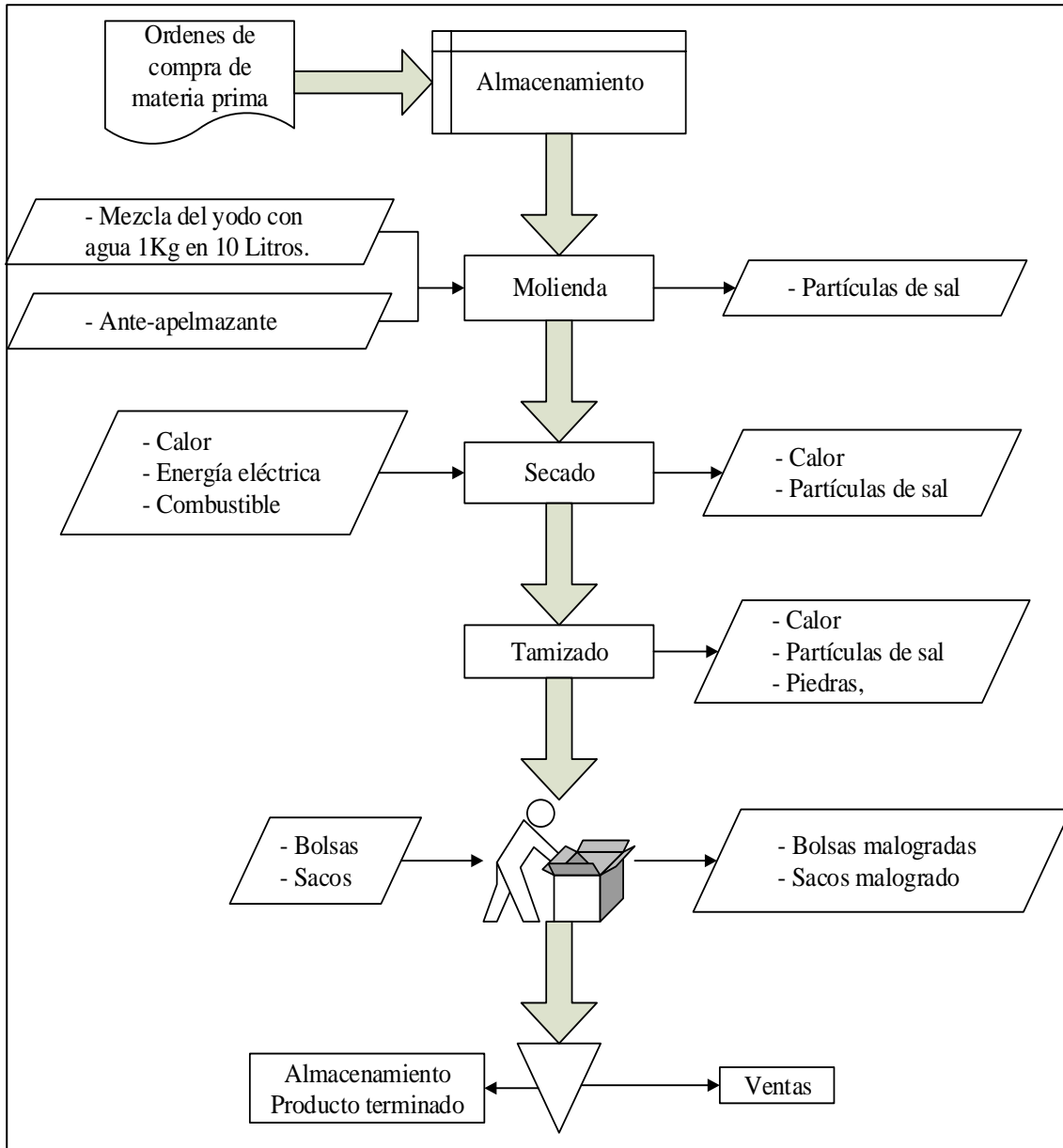


Figura N° 17. Diagrama del proceso de envasado.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

c) Diagrama de recorrido del proceso

En el Figura N° 18, se muestra el diagrama de recorrido del proceso productivo de sal yodada de mesa, las actividades están dispuestas de tal forma que coincidan con el lugar físico de ejecución del proceso productivo.

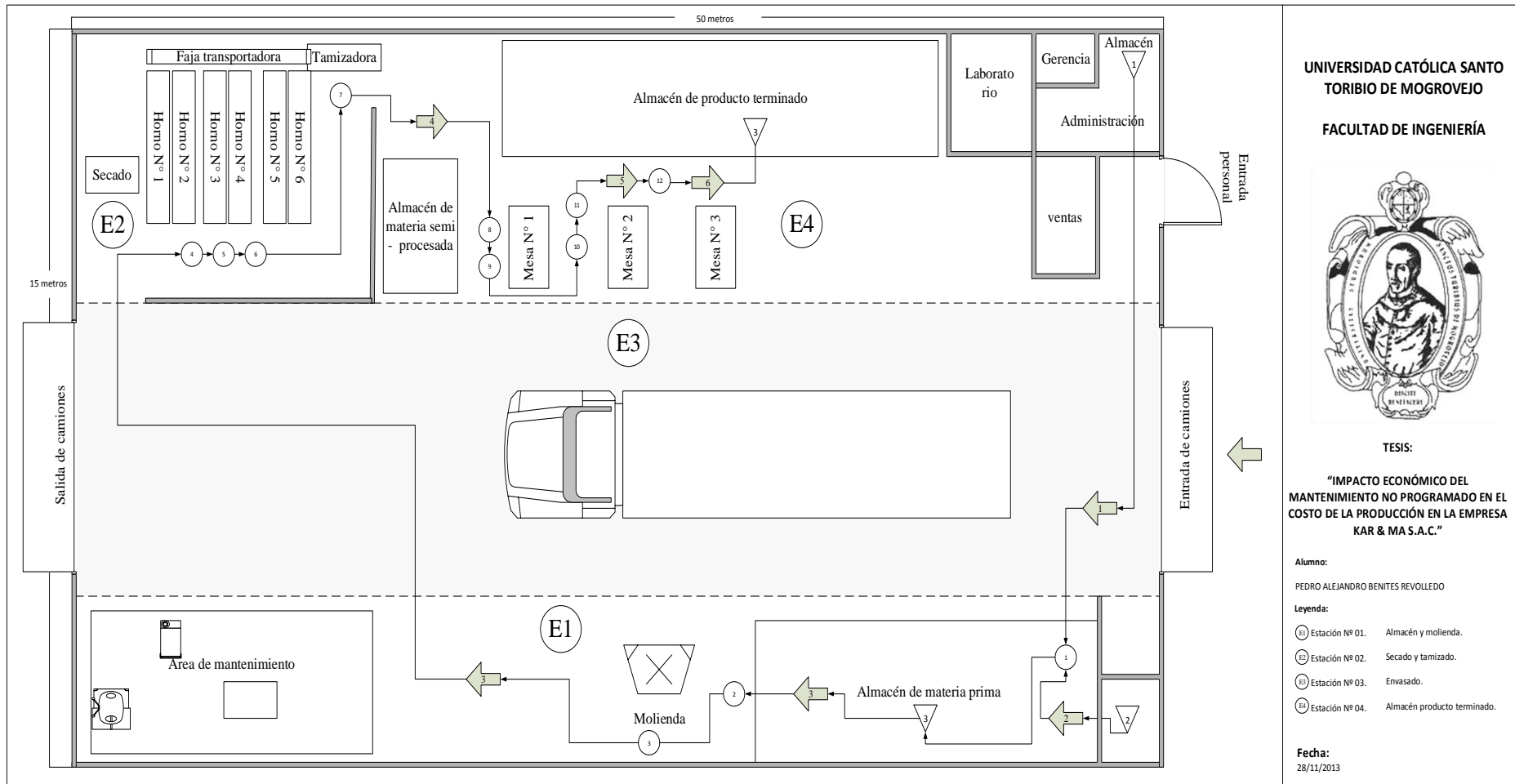


Figura N° 18. Diagrama de recorrido del proceso.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.4.PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA.

3.4.1.Producción

La tabla N° 10, muestra el comportamiento de la producción anual, mensual y diaria de sal en los años 2006 al 2012, este cálculo nos permitió detectar una disminución de la producción en los dos últimos años.

Tabla N° 10. Producción anual, mensual y diaria. 2006-2012 de sal de mesa.

Año	Ventas (sacos)	Producción anual (kg)	Producción mensual (kg)	Producción diaria (kg)
2006	291 832	7 003 968	583 664	24 319
2007	353 332	8 479 968	706 664	29 444
2008	372 120	8 930 880	744 240	31 010
2009	389 200	9 340 800	778 400	32 433
2010	393 920	9 454 080	787 840	32 827
2011	391 560	9 397 440	783 120	32 630
2012	385 342	9 248 208	770 684	32 111

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.4.2. Costos de producción.

Los costos de producción están compuestos por los costos directos, costos indirectos y suministros. En la Tabla N° 11, se muestran los insumos utilizados en la elaboración del producto (sal de mesa).

Tabla N° 11. Costo de elaboración por producto.

Costo de producción de los productos de Kar & Ma SAC				
Recursos	Paq. 24 unid	Paq. 32 unid	paq. 24 unid	Marrón 50 kg
	Costeñita 1 kg	Costeñita 3/4 kg	Sal Pirámide 1kg	
Materia prima	1,71	1,71	1,71	3,55
Mano de obra	0,02	0,02	0,02	0,10
Suministros	0,41	0,22	0,41	1,03
Combustible - Gas	0,07	0,07	0,07	0,10
Energía eléctrica	0,0032	0,0023	0,0032	0,03
Agua y alcantarillado	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
Yodo y flúor	0,17	0,0039	0,17	0,35
Anti-apelmazante	0,09	0,06	0,09	0,18
Bolsa polietileno	0,07	0,07	0,07	0,00
Empaque	0,08	0,08	0,08	0,50
Costo unitario	2,63	1,39	2,63	5,77
Precio de venta	4,70	3,60	6,00	6,50
Utilidad por paquete	2,07	2,21	3,37	0,73

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

El costo de producción de la presentación Costeñita de un 1 kg es de S/. 2,63 soles y el precio de venta es de S/. 4,70 soles, esto genera una utilidad de S/. 2,07 soles. Para la presentación de $\frac{3}{4}$ kg el costo de producción es de S/. 1,39 soles, y el precio de venta de S/. 3,60 soles esto genera una utilidad de S/. 2,21 soles. En la presentación Sal Pirámide de un 1 kg el costo de producción es de S/. 2,63 soles, y el precio de venta de S/6.00 soles esto genera una utilidad de S/. 3,37 soles y en la presentación de Marrón de 50 kg el costo de producción es de S/. 5,77 soles, y el precio de venta es de S/. 6,50 soles esto genera una utilidad de S/. 0,73.

3.4.3. Ventas.

En la Tabla N° 12, se muestra el plan de ventas histórico de la empresa procesadora de sal desde el año 2006 hasta el año 2012.

Tabla N° 12. Ventas históricas de año 2006 - 2012.

Año	Ventas (sacos)
2006	291 832 Unid.
2007	353 332 Unid.
2008	372 120 Unid.
2009	389 200 Unid.
2010	393 920 Unid.
2011	391 560 Unid.
2012	385 342 Unid.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Figura N° 19, se puede apreciar el comportamiento de las ventas; del 2006 al 2010 las ventas se han mantenido pero en los dos últimos años estos se han visto afectados por factores de la baja producción que ha tenido la empresa por consecuencia del deterioro de sus máquinas en el proceso de producción.

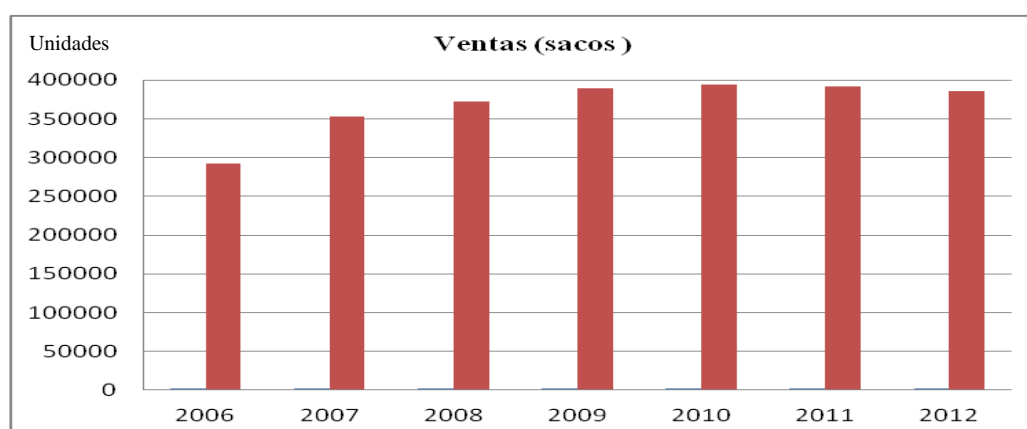


Figura N° 19. Comportamiento de las ventas de la empresa Kar & Ma SAC.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 13, se aprecia el porcentaje de crecimiento y disminución en el periodo 2006 – 2012; este porcentaje de ventas está disminuyendo, es así que en los dos últimos años presentan una tasa del 0,6 y 1,6 % en la disminución de ventas.

Tabla N° 13. Tasa de Crecimiento y disminución de la venta de sacos de sal de mesa (2006-2012).

Año	Ventas en sacos de 24 kg	%
2006	291 832 Unid.	-
2007	353 332 Unid.	17,4
2008	372 120 Unid.	5,1
2009	389 200 Unid.	4,4
2010	393 920 Unid.	1,2
2011	391 560 Unid.	0,6
2012	385 342 Unid.	1,6

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.5. INDICADORES DE PRODUCCIÓN.

3.5.1. Indicadores de Producción

En la Tabla N° 14, se muestran los indicadores de producción, los que permitieron realizar el cálculo de la disponibilidad media en planta, la eficiencia en línea y de la producción. Estos indicadores nos muestran el estado en que se encuentran los equipos de la empresa, (Ver Anexo 03, 04 y 06).

Tabla N° 14. Indicadores de Producción

Indicadores	Cantidad	Unid
Producción	5351,8	kg/hora
Producción diaria	1164	Unid/día
Ciclo	292	s/unid
Tiempo muerto	2	horas
Tiempo disponible	8	
Paros programados	1	
Tiempo operativo	7	
Eficiencia	75	%
Productividad de materia prima	84,50	%
Productividad de recursos humanos	1142,85	kg/Operario*día
Productividad económica	15,91	kg/h
Capacidad utilizada	63	%
N° de maquinaria	8	Unid

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

$$TO(\text{Tiempo de operación}) = TD - (PP + PR)$$

$$TO = 36\ 000 - (3600 + 6912) = 25488\ s$$

a) Disponibilidad media de la planta.

La disponibilidad de la empresa se calculó con el tiempo disponible menos los tiempos por paros programado y reparaciones entre el tiempo disponible total, este cálculo nos dio como resultado un 63 % de disponibilidad media en planta.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{28\ 800 - (3\ 600 + 6\ 912)}{28\ 800} = 0,63 = 63\ \%$$

b) Eficiencia de la línea

La existencia de indicadores de gestión en un sistema de producción es de vital importancia para la implementación de procesos productivos, dado que permite la ejecución de ciclos de mejora continua, además de funcionar como parámetros de viabilidad de procesos. Producción diaria de la empresa es de 32 111 kg/día de producto terminado.

c) Eficiencia de la línea de producción

La eficiencia es de 84,50 %, este valor nos indica que la empresa tiene, pérdidas ya que no está al 100% de su capacidad, los tiempos detenidos por mantenimiento y pérdidas en la producción ocasionan la disminución de su eficiencia, lo que da lugar a realizar mejoras.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción esperada}} \times 100 = \frac{32\ 111}{38\ 000} \times 100 = 84,50 \%$$

3.6.DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

3.6.1.Descripción del taller de mantenimiento

El área de Mantenimiento, se encuentra ubicado 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, es un mantenimiento correctivo que consiste en hacer la reparación de la máquina cuando ésta sufre algún desperfecto o falla. En la Figura N° 20, se muestra el organigrama del área de mantenimiento, este esta ordenado de acuerdo a la jerarquía de los trabajadores.

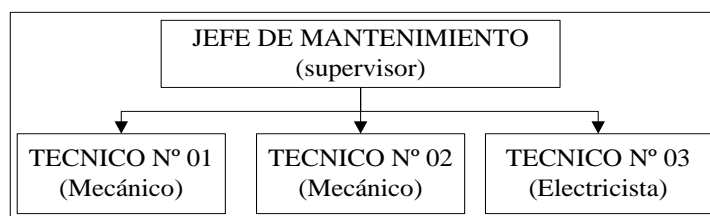


Figura N° 20. Organigrama del área de mantenimiento.

Fuente: Kar & Ma SAC, 2013.

a) Acciones del taller de mantenimiento.

En las acciones del taller de mantenimiento, se presenta el procedimiento actual que la empresa sigue cuando genera la orden de pedidos de piezas y repuestos.

En la Figura N° 21, se presentan las acciones realizadas en el taller de mantenimiento. Este inicia con el requerimiento realizado por el área de producción indicando la falla localizada, luego el área de mantenimiento gestiona los materiales, repuestos o piezas a utilizar a gerencia una vez aprobado la administración hace la entrega del dinero para la compra, y por último se realiza el mantenimiento.

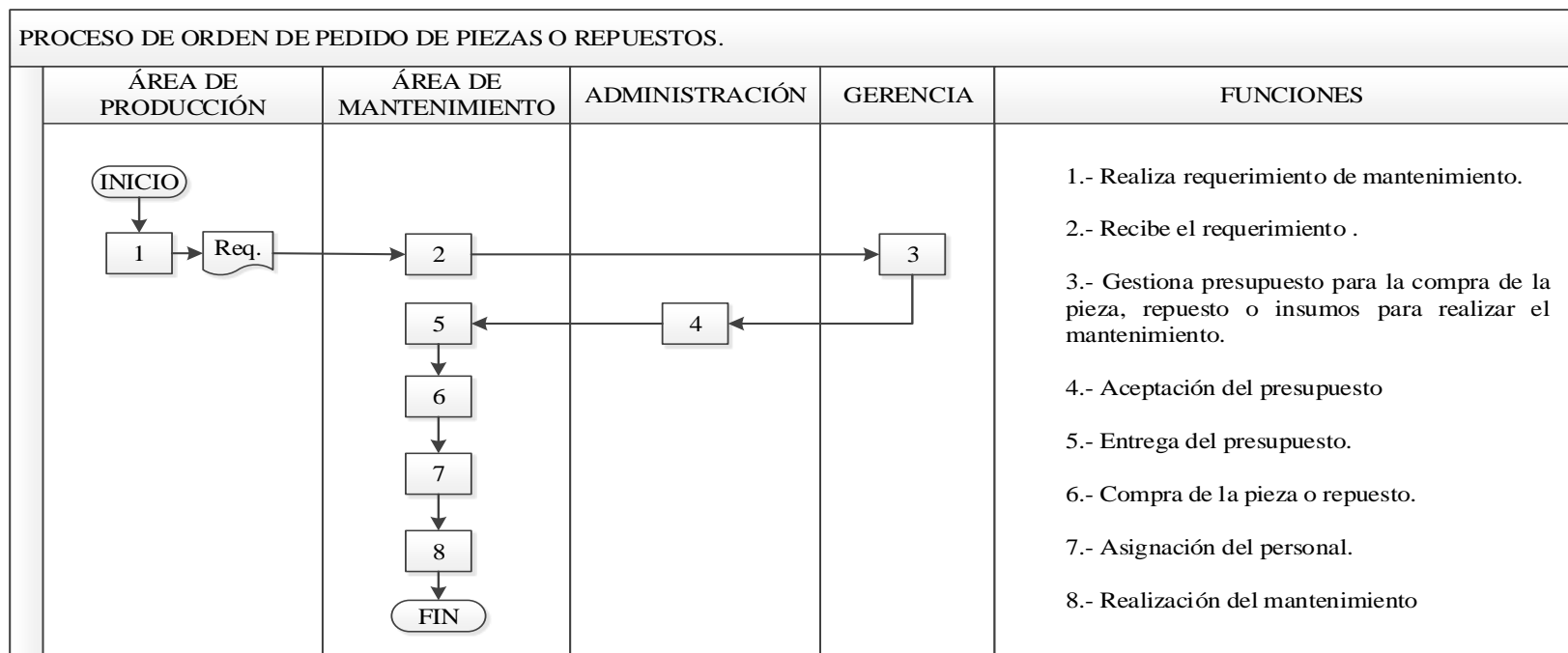


Figura N° 21. Proceso de orden de pedido de piezas o repuestos.
Fuente: Kar & Ma SAC, 2013.

En la Figura N° 22, se muestra la secuencia actual de pedidos de piezas y repuestos

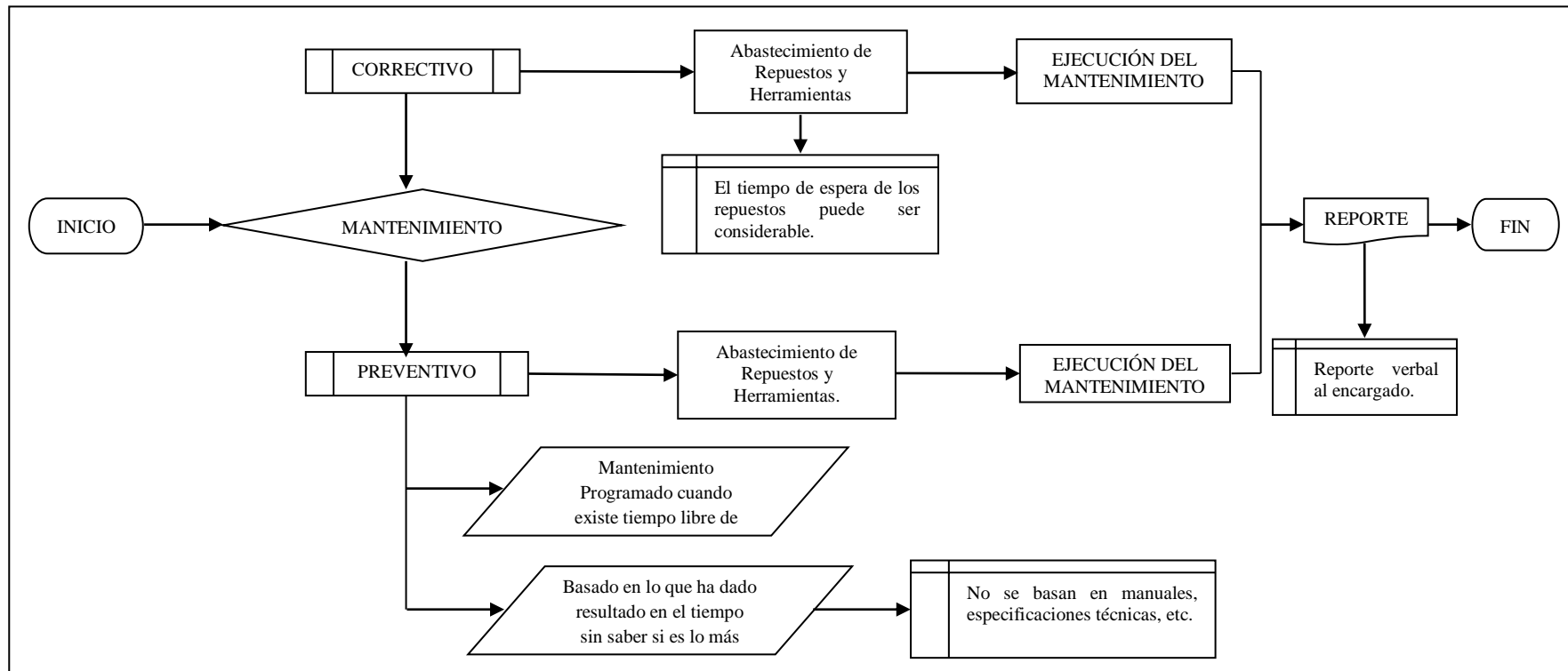


Figura N° 22. Diagrama del proceso de órdenes de pedido de piezas o repuestos

Fuente: Empresa de Sal Kar & Ma SAC, 2013.

b) Herramientas y equipos del taller de mantenimiento

En la inspección del área de mantenimiento se identificaron las herramientas y equipos empleados en las reparaciones. La observación directa permitió conocer e identificar el estado de cada una de ellas. En la Tabla N° 15, se muestra los equipos y herramientas de mantenimiento.

Tabla N° 15. Equipos y herramienta actuales del área de mantenimiento

N°	Equipos	Estado
1	Equipo de soldar con electrodo	Perilla selectora de amperaje averiada, solo funciona de 0 a 180 Amp.
1	Amoladora manual	Falta de la caperuza protectora de aspiración.
1	Esmeril de mesa	Falta de las caperuzas protectoras de aspiración.
1	Taladradora de mesa	Operable en perfecto uso.
N°	Herramientas	Estado
1	Llave ajustable del trabajo grande	En perfecto estado.
1	Set de llaves combinada bahco	En perfecto estado.
1	Set de llaves allen	En perfecto estado.
1	Set de destornilladores	En perfecto estado.
1	llaves stilson	En perfecto estado.
1	Llaves dinamometría	En perfecto estado.
1	Bernier	En perfecto estado.
1	Set de disco de corte	En perfecto estado.
1	Regla de metal grande	En perfecto estado.
1	Rotuladores de soldadura	En perfecto estado.
1	Martillos de goma	En perfecto estado.
1	Martillo	En perfecto estado.
1	Comba de 5 kg	En perfecto estado.
1	Caja de herramientas	En perfecto estado.
N°	Implemento de seguridad	Estado
1	Careta para soldar	Rota la vincha y carcasa.
1	Lentes para esmerilar	Lunas ralladas dificulta la visión.
1	Par de guantes	Deteriorados por el uso

Fuente: Kar & Ma SAC, 2013.

3.6.2. Costos por mantenimiento

Los costos de mantenimiento correctivo en la empresa, se debe a la compra de repuestos, materiales, mano de obra y tiempo de reparación. A continuación se detallan los indicadores que ayudan con el cálculo de los costos de mantenimiento, la información nos la proporcionó la administración.

En la empresa Kar & Ma SAC, se tiene un costo de mantenimiento de S/. 42 782,00 soles anuales el cual es producto de la compra de piezas, materiales y mano de obra. En la Tabla N° 16, se muestran los costos del mantenimiento correctivo generados por las máquinas y equipos de la empresa.

Tabla N° 16. Costos anuales del mantenimiento correctivo (2012 - 2013)

Área	Falla	Costo por mantenimiento
Molienda	Ruptura de faja trapezoidal	S/. 480,00
	Falla del encendido del motor	S/. 150,00
	Des-alineamiento de ejes de poleas	-
	Desgaste de rodamientos	S/. 78,00
	Martillos desgastados	S/. 768,00
	Cambio de martillos	S/. 1 800,00
	Tolva agrietada por corrosión	S/. 60,00
Secado	Caja del horno desoldada	S/. 2 210,00
	Estructura desoldada	S/. 1 020,00
	Ruptura de palas de hélices	S/. 150,00
	Ruptura de faja trapezoidal	S/. 480,00
	Falla del encendido del motor	S/. 1 050,00
	Des-alineamiento de ejes de poleas	-
	Desgaste de rodamientos	S/. 468,00
	Corto circuito del motor	S/. 100,00
Tamizado	Ruptura de faja trapezoidal	S/. 240,00
	Falla del encendido del motor	S/. 75,00
	Des-alineamiento de ejes de poleas	-
	Desgaste de rodamientos	S/. 78,00
	Malla tamizadora rota	S/. 1 080,00
Envasado	Corte de conexión	S/. 70,00
	Ruptura del ejes de las ruedas	S/. 25,00
Costo total de repuestos y piezas, entre otros		S/. 10 382,00
Costo de mano de obra anual (4 operarios)		S/. 32 400,00
Total		S/. 42 782,00

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 17, se muestra la información para el cálculo de los costos de mantenimiento los cuales están sujetos al costo de mano de obra, compra de repuestos o piezas, materiales e insumos.

Tabla N° 17. Costos anuales del mantenimiento en la empresa (2012 - 2013).

Costos por mano de obra		
N°	Personal	Pago mensual
1	Jefe de mantenimiento.	S/. 1 000,00
2	Alumno de SENATI (practicante).	S/. 600,00
3	Alumno de SENATI (practicante).	S/. 600,00
4	Alumno de SENATI (practicante).	S/. 600,00
Costo total de la mano de obra		S/. 33 600,00
Costos por pieza o repuestos		S/. 9 182,00
Costo total del mantenimiento del año 2012		S/. 42 782,00.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.7. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

3.7.1. Indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad

En la Tabla N° 18, se calcularon los indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en el área de molienda. Para dichos cálculos se ha tenido en cuenta el tiempo de funcionamiento o tiempo operativo de la maquinaria, calculada por la siguiente fórmula; así mismo son necesarios otros indicadores descritos en el marco teórico.

En el área de molienda, el tiempo medio de funcionamiento es de 25 horas y la probabilidad de que ese sistema funcione adecuadamente o desarrolle, bajo condiciones fijadas, es de 621,66 horas. La mantenibilidad del molino es de 64,00 % por tiempo de reparación y la media entre fallo y avería es de 60,98% y la capacidad en reparación del equipo es regular. En la disponibilidad de la máquina se obtuvo un 63 % teniendo 29,20 % de pérdidas en la producción, estas cantidades deben de reducirse para disminuir costos.

Tabla N° 18. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de molienda

Fiabilidad	Resultado
Tiempo medio entre funcionamiento.	$25\ 488/576 = 44,25$ horas
Tiempo medio entre fallas.	$25\ 488/41 = 621,66$ horas
Mantenibilidad	
Tiempo medio de reparación.	$1,92\ h/(3\text{fallos/día}) = 64,00\ %$
Duración Media entre un fallo y avería.	$25/41 = 60,98\ %$
Disponibilidad	$25\ 488/25\ 488+3\ 600+0+6912 = 70,80\ %$

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 19, se calcularon los indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad en el área de secado. Los resultados en fiabilidad fueron 44,25 horas y en el tiempo medio entre fallas 49,78 horas, para que ese sistema funcione o desarrolle bien. En su mantenibilidad obtuvimos 60,00% por tiempo de reparación y la media entre fallo y avería 18,75%.

La capacidad de reparación del equipo es baja y es en esta área donde se debe de mejorar. En la disponibilidad de la máquina se obtuvo un 63,10% teniendo 36,90% en pérdidas en producción estas cantidades deben de reducirse para disminuir costos.

Tabla N° 19. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de secado.

Fiabilidad	Resultado
Tiempo medio entre funcionamiento.	$25\ 488/576 = 44,25$ horas
Tiempo medio entre fallas.	$25\ 488/512 = 49,78$ horas
Mantenibilidad	
Tiempo medio de reparación.	$3/5 = 60,00\ %$
Duración Media entre un fallo y avería.	$96/512 = 18,75\ %$
Disponibilidad	$25\ 488/25\ 488+3\ 600+0+10800 = 63,10\ %$

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 20, en el área de tamizado se calcularon los indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, los resultados en fiabilidad fueron 44,25 horas en el tiempo entre funcionamiento y en el tiempo medio entre fallas 1699,2 horas.

Para que ese sistema funcione o desarrolle bien se necesita mejorar este porcentaje. En su mantenibilidad obtuvimos 66,67% por tiempo de reparación y la media entre fallo y avería 57,68%. La capacidad de reparación del equipo es baja en esta área y se debe mejorar. En la disponibilidad de la máquina se obtuvo un 73,90% teniendo 26,10% en pérdidas en producción estas cantidades deben de reducirse para disminuir costos.

Tabla N° 20. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de tamizado.

Fiabilidad	Resultado
Tiempo medio entre funcionamiento.	$25\ 488/576 = 44,25$ horas
Tiempo medio entre fallas.	$25\ 488/15 = 1\ 699,2$ horas
Mantenibilidad	
Tiempo medio de reparación.	$2/3 = 66,67\ %$
Duración Media entre un fallo y avería.	$15/26 = 57,68\ %$
Disponibilidad	$25\ 488/25\ 488+3\ 600+0+5\ 400 = 73,90\ %$

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 21, en el área de envasado se calcularon los indicadores de fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Los resultados en fiabilidad fueron 44,46 horas en el tiempo entre funcionamiento y en el tiempo medio entre fallas 21 240 horas; no existe mucho tiempo muerto en reparaciones.

En su mantenibilidad obtuvimos 96% por tiempo de reparación y la media entre fallo y avería 8%. La capacidad de reparación del equipo es buena. En la disponibilidad de la máquina se obtuvo un 82,52% teniendo 17,48% en pérdidas en producción. Estas cantidades no son muy significativas.

Tabla N° 21. Fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad del área de envasado.

Fiabilidad	Resultado
Tiempo medio entre funcionamiento.	$25\ 488/576 = 44,25$ horas
Tiempo medio entre fallas.	$25\ 488/1,2 = 21\ 240$ horas
Mantenibilidad	Resultado
Tiempo medio de reparación.	$1,92/2 = 96\ %$
Duración Media entre un fallo y avería.	$1,2/15 = 8\ %$
Disponibilidad	$25\ 488/25\ 488+3\ 600+0+1\ 800 = 82,52\ %$

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.7.2. Antecedentes del mantenimiento.

La realidad actual de la empresa es que en su totalidad se practica el mantenimiento correctivo, esto debido a que no cuenta con una verdadera planificación ni con métodos que permitan realizar un adecuado Mantenimiento; además, se realizan ciertas tareas programadas, que se podrían enmarcar en la definición de Mantenimiento Preventivo,

con la excepción de que dichas tareas no se encuentran basadas en manuales técnicos, catálogos de equipo, soporte especializado, etc.

Como en toda empresa, el mantenimiento siempre ha existido a lo largo de los años, Kar & Ma SAC no ha sido la excepción. Este hecho queda demostrado ya que cuenta con un área de mantenimiento.

La vía más rápida de toda la planta para un mantenimiento en caso de presentarse una falla se muestra en la Figura N° 21 mostrada anteriormente. Sin embargo, no es posible sobreponer un paro de producción mayor de dos días.

Los lineamientos del progreso empujan a la empresa a crecer y ser más confiables, con productos de más alta calidad, lo que implica que la disponibilidad y estado de las máquinas vayan mejorando continuamente, para que puedan ser competitivos desde ahora y en un futuro. Debido a ello, Kar & Ma SAC, desea implementar un mantenimiento que los encamine a ser una empresa fuerte y competitiva en el mercado local.

3.8. DIAGNOSTICO DE LAS MÁQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.

El presente estudio se realizó como una investigación no experimental de tipo descriptivo, debido a que no existió manipulación en forma deliberada de la variable independiente, simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Es de carácter descriptivo, porque permitió describir y conocer el funcionamiento de cada una de las máquinas y equipos que conforman el proceso.

Esta investigación corresponde a un diseño de campo y documental:

- De campo, porque se basó en visitas al área de trabajo para obtener datos e información y observar directamente los fenómenos estudiados.
- Documental, debido a que la información fue extraída de manuales y catálogos los cuales fueron descargados en internet ya que la empresa no cuenta con esa información.

A. Máquinas y Equipos:

A.1. Máquinas y equipos del proceso productivo de sal de mesa.

La línea de producción de sal cuenta con las siguientes máquinas: la etapa de molienda cuenta con un molino de martillo con capacidad de 5 000 kg/hora; la etapa de secado cuenta con 6 secadores rotatorios con capacidad 1 000 kg/hora cada uno; la siguiente etapa cuenta con una tamizadora, con capacidad de 5 000 kg/hora; y por último se encuentra el área de envasado, esta etapa se realiza de forma manual la sal se deposita en mesas para su envasado, sellado y empaquetado.

A continuación en la Tabla N° 22, se muestra toda la relación de las máquinas y equipos con que cuenta la empresa.

Tabla N° 22. Máquina y equipos de la empresa Kar & Ma SAC.

Máquinas	Adquisición en:
Molinos N° 01	Febrero - 1994
Secador N° 01	Abril - 1994
Secador N° 02	Mayo - 1994
Secador N° 03	Junio - 1995
Secador N° 04	Agosto - 1998
Secador N° 05	Abril - 2000
Secador N° 06	Febrero - 2003
Extractor N° 01	2004
Extractor N° 02	2001
Extractor N° 03	2002
Extractor N° 04	2000
Extractor N° 05	2000
Extractor N° 06	2003
Tamizadora N° 01	Septiembre - 1994
Máquina de coser sacos N° 01	Febrero - 1994
Equipos	
Ciclón N° 01	Abril - 1994
Faja transportadora N° 01	Mayo - 1994
Balanza N° 01	-
Mesa envasadora N° 01	Febrero - 1994
Mesa envasadora N° 02	Febrero - 1995
Mesa envasadora N° 03	Junio - 1994
Mesa envasadora N° 04	Abril - 2000
Selladora manual N° 01	Cambio cada 5 meses
Selladora manual N° 02	Cambio cada 5 meses
Selladora manual N° 03	Cambio cada 5 meses
Selladora manual N° 04	Cambio cada 5 meses
Carretilla portabultos N° 01	Febrero - 1994
Carretilla portabultos N° 02	Febrero - 1996
Carretilla portabultos N° 03	Abril - 2000
Carretilla portabultos N° 04	Abril - 2005

Fuente: KAR & MA SAC, 2013

Las máquinas están hechos de acero inoxidable y otras aleaciones resistentes a la oxidación. Su funcionamiento tiene alrededor de 18 y en algunos casos 10 años.

3.8.1. Identificación de problemas presentes en las máquinas y equipos de la empresa.

Para el diagnóstico completo de las máquinas se tuvo que entrevistar al encargado del mantenimiento y al personal involucrado en las labores de producción, quienes explicaron el funcionamiento, características, equipos con que cuentan las máquinas. Esto se realizó con la finalidad de obtener información precisa y detallada de las máquinas, por medio de una serie de preguntas abiertas y aleatorias que permitieron identificar la situación actual en que se encuentran.

3.8.2. Diagnóstico actual de las máquinas, equipos y componentes.

A. MÁQUINA: MOLINO DE MARTILLO.

➤ Situación actual de la máquina:

El molino se encuentra en funcionamiento. Este viene sufriendo corrosión en la estructura debido a que no está protegido por un esmalte anticorrosivo, la carencia de limpieza y lubricación ha ocasionado el deterioro de la chumacera.

➤ Componentes de la máquina:

- 1 motor trifásico de 35 Hp.
- 1 tolva de entrada.
- 1 tablero de guardia.
- 1 Cabeza de 45 martillos.
- 1 rejilla
- 1 rodajes del rotor.
- 1 eje del rotor.



Figura N° 23. Molino de martillos.

Fuente: Mercado libre, 2013.

➤ Equipo: Motor, (Abril 2000).

➤ Situación actual del equipo y componentes:

Sus componentes al igual que la estructura se encuentran conservado el material de proceso lo ha afectado sin deteriorarlo demasiado, es así que el motor no sufre fallas eléctricas o mecánicas.

➤ Componentes del equipo:

- Fajas trapezoidales
- Poleas de 6" y 8"

B. MÁQUINA: SECADOR DE CILINDRO ROTATIVO.

➤ Descripción:

El secador consiste en una carcasa cilíndrica giratoria, dispuesta horizontalmente ligeramente inclinada hacia la salida. Al girar la carcasa, unas pestañas levantan los sólidos para caer después en forma de lluvia a través del interior de las carcavas. La alimentación entra por un extremo del cilindro y el producto seco descarga por el otro.

➤ Componentes de la máquina:

- Motor-reductor trifásico de 5 HP. 20 rpm x min
- 2 Eje de 80 cm
- 1 Hornilla
- 2 Rodajes
- Chumaceras 3" y 4"
- 2 Piñones de 6" y 12"
- 1 Cadena

➤ Antigüedad de los secadores

- Secador N° 01: Adquirido Abril del año 1994. Tienen una antigüedad de 20 años.
- Secador N° 02: Adquirido en Mayo del año 1994. Tienen una antigüedad de 20 años.
- Secador N° 03: Adquirido en Junio – 1995. Tienen una antigüedad de 19 años.
- Secador N° 04: Adquirido en Agosto – 1998. Tienen una antigüedad de 16 años.
- Secador N° 05: Adquirido en Abril – 2000. Tienen una antigüedad de 14 años.
- Secador N° 06: Adquirido en Febrero – 2003. Tienen una antigüedad de 11 años.

➤ Situación actual de la máquina:

Los secadores se encuentran en condiciones inaceptables, sus equipos están completamente corroídos y tienen una serie de reparaciones por las fallas evidenciadas, entre la más resaltantes tenemos mecánicas, eléctricas y estructurales. Existe falta de lubricación de algunas piezas, la limpieza casi no se aplica por lo que la corrosión es visible en toda la estructura.

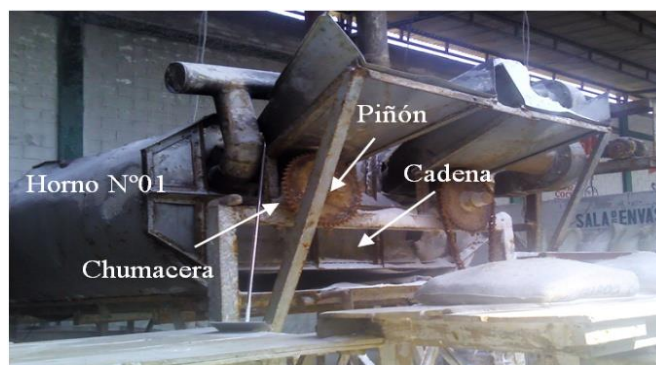


Figura N° 24. Secador industrial.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

- **Equipo:** Extractores.
- **Componentes del equipo:**
 - 1 motor trifásico de 0,75 HP.
 - 1 faja trapezoidal.
 - 2 poleas de 4" y 3".



Figura N° 25. Componentes de los extractores.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

- **Situación actual del equipo y componentes:**
Los extractores se encuentran deteriorados por el material de proceso (sal) ya que es muy corrosivo ha ocasionado que la estructura esta corroída y las palas se quieren en periodos cortos. Sus componentes al igual que la estructura se encuentran deteriorados por el material de proceso, es así que los motores sufren fallas eléctricas y mecánicas.
- **Equipo:** Ciclón, (Abril 1994).

- **Situación actual del equipo y componentes:**
El ciclón se encuentra en óptimas condiciones su estructura esta conservada. Sus componentes al igual que la estructura se encuentran conservado el material de proceso no lo ha afectado, es así que los motores no sufren fallas eléctricas o mecánicas.

C. MÁQUINA: TAMIZ.

- **Situación actual de la máquina:**
La tamizadora se encuentra en funcionamiento, la falta de pintura anti-corrosiva limpieza y mantenimiento ha ocasionado el deterioro de su estructura. Las fallas más comunes son eléctricas, esta es ocasionada por el polvo de la materia en proceso ya que el equipo no cuenta con protección este se ve afectado.
- **Componentes de la máquina:**
 - 1 Motor trifásico de 1,5 HP.
 - 2 poleas de 6" y de 12".



Figura N° 26. Tamizadora.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

➤ **Equipo:** Faja transportadora, (Mayo1994).

➤ **Situación actual de la máquina:**

La faja transportadora está en funcionamiento con algunas fallas eléctricas en el moto-reductor ya que no cuenta con protectores de polvo y la falta de limpieza, ocasionan la indisponibilidad de la máquina en periodos corto.

➤ **Componentes de la máquina:**

- 1 Moto-reductor de 5 HP.
- 2 poleas de 3" y 4
- Rodamientos



Figura N° 27. Faja transportadora.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

D. MAQUINARIA PARA ENVASADO.

➤ **Situación actual de la máquina:**

El envasado se hace manual la cual solo necesitan de equipos pequeños que permiten el sellado del producto en la presentaciones ya mencionadas (Ver Tabla N° 6). Estos equipos tienen algunas fallas eléctricas por las condiciones de trabajo. Las fallas comunes son el deterioro de los conectores de las selladoras y de los carros de carga.

➤ **Componentes de la máquina:**

- 4 Selladoras manuales.
- 4 Balanzas.
- 1 Máquina de coser sacos.
- 4 mesas de envasado.



Figura N° 28. Cosedora manual de sacos, balanza y selladora de bolsa.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

3.8.2.1. Identificación de problemas de las máquinas y equipos.

Este análisis tiene como objetivo principal dar a conocer el estado físico y operacional en que se encuentra la maquinaria implicada en todos los procesos que se llevan a cabo en la planta KAR & MA SAC. El análisis se realizó mediante la observación y evaluación de procedimientos operacionales de la planta, tomando en cuenta la vida laboral de las máquinas, estado de deterioro, adaptaciones y modificaciones hechas al diseño original, posibles fallas y su importancia en la cadena de proceso. La base para hacer esta evaluación a la maquinaria está fundamentada en conocimiento técnico adquirido por medio de la información consultada, asesoría técnica por medio de un experto en área de mecánica y electricidad (experiencia adquirida del mismo a través del tiempo).

A) Área de secado.

El área de secado cuenta con seis secadores rotatorios cilíndricos de acero inoxidable; estos hornos están con una pequeña inclinación para que las palas en el interior muevan y lleven la sal hasta la faja transportadora, su sistema de transmisión está unido a un eje, el cual se monta con un piñón que permite el giro. Los hornos están protegidos con una caja hecha de chapa de acero inoxidable para aislar la temperatura, estos a su vez trabajan con un extractor de polvillo de sal. La instalación de los hornos está sujeta a un soporte de fierro galvanizado. En la Tabla N° 23, se describe el estado en que se encuentran las partes del secador, en ella se hace una descripción del estado actual de la máquina de secado.

Tabla N° 23. Estado actual de la máquinas de secado.

Máquina :	Secador industrial
Componentes :	
Motor-reductor trifásico de 5 HP. 20 rpm x min.	El motor se encuentra funcionando en un clima poco favorable ya que está inmerso al polvillo de sal el cual ocasiona fallas eléctricas en el equipo. El motor se encuentra con algunas fallas mecánicas y eléctricas (conectores obstruidos y poleas fatigadas) por la falta de limpieza.
2 Eje de 80 cm.	El eje del secador se encuentra en funcionamiento, el material de proceso ha ocasionado que se forme en la superficie oxido el cual lo va deteriorando.
1 Hornilla.	Las hornillas se encuentran en funcionamiento el material de proceso en ocasiones obstruye el paso del gas por los orificios ya que gran parte del material de proceso se desperdicia.
2 Rodajes.	Los rodajes están funcionando la limpieza y la falta de lubricaron ha ocasionado su deterioro.
Chumaceras 3" y 4".	Las chumaceras se encuentran en funcionamiento con la falta de lubricación y limpieza ha ocasionado su deterioro.
Sistema de transmisión	
2 Piñones de 6" y 12".	El piñón están en funcionamiento, este se ha deteriorado por la falta de lubricación y protección con el material de proceso.
1 Cadena.	La cadena están en funcionamiento, esta se deteriora rápidamente por la falta de limpieza y lubricación.
Equipo :	Extractores
Componentes :	
1 motor trifásico de 0,75 HP.	El motor se encuentra en funcionamiento con fallas eléctricas.
1 faja trapezoidal.	La faja trapezoidal se encuentra funcionando sin fallas.
2 poleas de 4" y 3".	La poleas están funcionamiento sin fallas

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

En la Figura N° 29, se visualiza los componentes y sus estados actuales en la empresa estos están presos de la corrosión por la falta de un mantenimiento (los piñones, chumaceras y cadenas no tienen lubricación, la estructura del horno esta desoldada).



Figura N° 29. Componentes de los hornos.
Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

En la Figura N° 30, se muestra los extractores de polvo. Éstos están formados por un rotor con hélices que permite la extracción del polvo; luego éste pasa por una tubería de acero que se conecta a un ciclón que disipa el polvo.



Figura N° 30. Extractores de polvo de sal.
Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 24, se muestran el estado de cada uno de los extractores de polvo y código.

Tabla N° 24. Estado de los equipos y componentes en el secado.

Máquinas		
Equipo	Código	Estado
Extractor N° 01	EH-001	Inaceptable ¹
Extractor N° 02	EH-002	Inaceptable
Extractor N° 03	EH-003	Inaceptable
Extractor N° 04	EB-004	Inaceptable
Extractor N° 05	EB-005	Regular ²
Extractor N° 06	EB-006	Inaceptable

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Figura N° 31, se observa a los extractores y equipos bajo las condiciones de trabajo. Las fallas frecuentes de los motores son por corto circuito y la de los extractores

¹ Inaceptable: Presenta fallas. Produce importantes pérdidas económicas. Posee muy baja competitividad.

² Regular: Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.

por ruptura de palas (Ver tabla N° 2.10), estos equipos tiene un mantenimiento correctivo (reparaciones cuando sufren algún desperfecto).



Figura N° 31. Estado de los extractores de polvo de sal.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En las Tabla N° 25 se describen los componentes eléctricos y mecánicos. El tiempo de uso, la falta de limpieza y cuidado de sus componentes han deteriorado la maquinaria.

Tabla N° 25. Componentes eléctricos y mecánicos de los extractores

Componentes eléctricos				
Equipo	rpm	Cap.	Tiempo de funcionamiento	Estado
Motor trifásico	1 100	0,75 HP	2007 - 7 años	Con fallas
Motor trifásico (Weg):				
Falla en los contactares. Falta de aislamiento eléctrico. Sobre calentamiento de los motores.				
Componentes mecánicos				
Componentes:	Cantidad	Duración	Código	Estado
Fajas trapezoidales	4	3 meses	FT-01	Regular
Poleas de 3" y 4 "	1	5 meses	FT-02	Regular

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

Actualmente el soporte de los hornos está con corrosión en sus uniones, las chumaceras están oxidadas y sucias con sal, la estructura de los hornos está corroyéndose al igual que los piñones y cadenas. Esta máquina cuenta con componentes eléctricos y mecánicos (moto-reductores trifásico de 5 HP, cadenas y piñones para los hornos y para el extractor un motor trifásico de 0,75 HP, fajas trapezoidales tipo v y poleas).



Figura N° 32. Estado actual de hornos de la empresa KAR & MA SAC.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Figura N° 32, se muestra el estado actual de los secadores rotatorios.

B) Área de molienda.

El área de molienda cuenta con un molino de martillo, desarrollado para la trituración seca de materiales (sal en gema). El principio de operación del molino, es el motor que impulsa al rotor a alta velocidad a través de fajas trapezoidales. El rotor tiene una serie de martillos, que al girar a alta velocidad, tritura el material, hasta alcanzar el tamaño requerido (0,05 y 0,5 cm); pueden ser descargados por la salida y obtener el producto final. En la Tabla N° 26, se describe el estado actual de las máquinas componentes y equipos con que cuenta la empresa en el área de molienda.

Tabla N° 26. Estado actual de la máquina de molienda.

Máquina:	Molino de martillos
Componentes :	
Motor trifásico de 35 HP.	El motor eléctrico es de la marca Weg, viene funcionando en condiciones poco favorables, ya que está inmerso al polvillo de sal producto del triturado, la falta de un extractor de polvo ha llevado al equipo a tener fallas eléctricas en lo conectores (corrosión)
Tolva de entrada.	La tolva funciona en condiciones poco apropiadas el uso y fricción de la materia ha desgastado la base perforando un pequeño agujero.
Tablero de guardia.	El tablero de guardia está obsoleto se sustituyó por una tabla de madera en la entrada
Martillos.	Los martillos por el uso constante de ellos ocasionan desgaste en las puntas, las cuales se rellenan con soldadura cada 15 días.
Rejilla.	La rejilla como esta en contacto con el material esta se desgasta ocasionando algunas rupturas las cuales son soldadas para evitar que las impurezas pasen.
Rodajes del rotor	Los rodajes del roto están inmersos en el polvo de sal y la falta de lubricación han ocasionado que se deterioren, la poca que se le da ocasiona dichos problemas.
Eje del rotor	El eje del roto se encuentra en funcionamiento, el material de proceso ha ocasionado que se forme en la superficie oxido.
Poleas de 6" y 8"	Las poleas están deterioradas por el ambiente salino la falta de protección y limpieza ocasionan que estas fallen en periodos cortos.
Fajas trapezoidales.	Las fajas trapezoidales como están sometidas a trabajos pesados en la trituración de la sal estas tienen un periodo de 3 a 4 meses de uso, después de esto se rompen o se expanden mucho.

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

Para más detalle, en la Figura N° 33, se muestra el estado actual de la maquinaria de la empresa. Ésta ya cumplió su tiempo de vida, pero la adaptación que se le hace a esta máquina permite su funcionamiento.

Como se observa en la figura, la falta de limpieza y cuidado de sus componentes han deteriorado la maquinaria. Actualmente el soporte está con corrosión en sus uniones, las chumaceras están oxidadas, la estructura está corroyéndose.

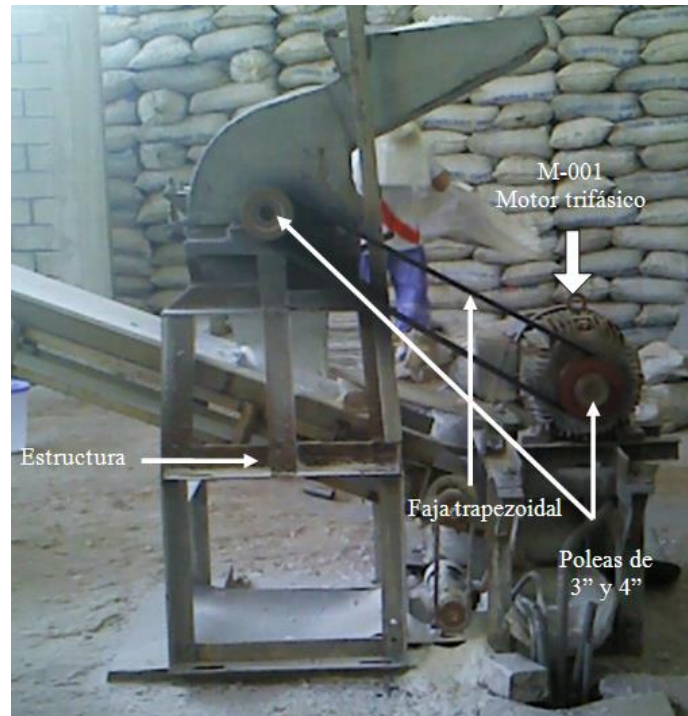


Figura N° 33. Área de molienda máquina y componentes.
Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

C) Área de tamizado.

El área de tamizado cuenta con una tamizadora cuadrada, su estructura es de acero inoxidable, cuenta con un tamiz de acero inoxidable y un soporte de fierro galvanizado. El estado actual en que se encuentra se describe en la Tabla N° 27, allí se detalla las el estado de sus componentes.

Tabla N° 27. Estado actual de la máquina tamizadora.

Máquina :	Tamizadora
Componentes :	
1 Motor trifásico de 1,5 HP	El motor se encuentra en funcionamiento, presenta fallas eléctricas al no contar con protección para el polvo de sal (corrosión en los conectores).
2 poleas de 6" y de 12".	Se encuentran funcionando con normalidad casi no sufre muchas fallas mecánicas pero tiene oxido el cual deteriora poco a poco.

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

Esta área también cuenta con una faja transportadora la que conduce la sal hasta la mesa. La transportadora tiene componentes eléctricos y mecánicos (moto-reductor de 5 HP y 20 rpm, una estructura, poleas, faja trapezoidal tipo v y una lona).

En la Tabla N° 28, se muestra la descripción del estado actual de la tamizadora y sus componentes.

Tabla N° 28. Estado actual del equipo faja transportadora.

Tipo de mantenimiento de los componentes de la empresa:	
El mantenimiento realizado en el área de tamizado es correctivo ya que solo lo realiza cuando sufre una falla o avería los componentes o la máquina.	
Seguridad de la maquinaria en la empresa:	
La seguridad con que cuenta la maquinaria y sus componentes carecen de protección, siendo un riesgo para los estibadores del área.	
Equipo :	Faja transportadora
Componentes :	
1 Moto-reductor de 5 HP	El moto-reductor está en funcionamiento con fallas eléctricas, debido a la falta de limpieza y protección que este recibe.
2 poleas de 3” y 4	Las poleas están funcionando normalmente estas solo están corroídas esto deteriora su resistencia al trabajo realizado.
Rodamientos	Los rodamientos no se cambian desde que los equipos han sido adquiridos ya que no presentan problema alguno.

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

D) Área de envasado

El área de envasado no cuenta con maquinaria ya que el llenado es manual; los equipos con que cuenta esta área son las selladoras de bolsas las mismas que tienen algunos fallos por la falta de cuidado y la máquina de coser esta no ha sufrido averías, se encuentra en muy buenas condiciones. El mantenimiento que tienen es correctivo. Estas fallas no son muy importantes ya que la producción no para.

En la Tabla N° 29, se describe el estado actual de los equipos utilizados en el área de envasado estas son de uso manual.

Tabla N° 29. Estado de los equipos usado en el envasado.

Área :	Envasado
Equipos	
4 Selladoras manuales	Las selladoras manuales están en funcionamiento, estas sufren fallas eléctricas por las condiciones salinas y falta de cuidado.
1 Máquina de coser sacos	La máquina de coser está funcionando sin problemas ya que se cuida y se guarda en un lugar lejos del polvo salino que causa problemas en los equipos.
4 mesas de envasado	Las mesas de envase se encuentran funcionando, pero con corrosión visible en la estructura. La falta de pintura anticorrosiva ha ocasionado que estas se estén deteriorando.

Fuente: Empresa de sal KAR & MA SAC, 2013.

3.8.3. Identificación de las causas, efectos y soluciones de las fallas.

En la Tabla N° 30, se presenta la relación Causa-Efecto-Solución de las fallas de los secadores, esta información se analizó para proponer una solución para aplicarla en la empresa y mejorar su funcionamiento.

Tabla N° 30. Relación causa-efecto-solución de las fallas del secador.

Relación causa- efecto-solución de las fallas del secador				
Fallas	Causas	Efectos	Soluciones	A realizar por
Estructura del horno desoldada	Corrosión de la estructura	Perdidas de la materia prima y calor	Soldar grietas de la estructura	Mecánico
	Deterioro en las uniones	Vibración excesiva	Soldar las uniones con soldadura	Mecánico
	Falta de cronogramas de pintado	Oxidación	Realizar cronograma de pintado	Personal de mantenimiento
	Falta de limpieza de la estructura		Realizar limpieza terminado el turno	Personal de limpieza
	Falta de inspecciones rutinarias		Realizar inspecciones periódicamente	Personal de producción
Ruptura de las palas de las hélices	Uso del tiempo de vida útil	Polvo en el ambiente	Cambio de hélices	Mecánico
Ruptura de fajas trapezoidales de los extractores	Uso del tiempo de vida útil	Para del equipo por la transmisión	Cambio de la faja	Mecánico
No enciende el motor	Oxido en el contacto	Perdida del movimiento del equipo	Cambiar o limpiar los terminales	Electricista
Desalineación de poleas	Vibración de la transmisión	Ruptura de la faja trapezoidal	Alinearla con respecto a la otra	Mecánico
Desgaste de rodamientos	Lubricación deficiente	Vibración del equipo	Cambio del rodamiento	Mecánico electricista
Cambio de cadena	Oxido en la cadena	Desgaste del piñón y cadena	Cambio y lubricación de la cadena	Mecánico

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC., 2013.

En la Tabla N° 31, se muestra la relación Causa-Efecto-Solución de las fallas del molino. Esta información se analizó para encontrar sus causas y efectos que producen las fallas en la maquinaria, buscando una solución para aplicarla en la empresa y hacer mejoras.

Tabla N° 31. Relación causa-efecto-solución del molino.

Relación Causa-Efecto-Solución de las fallas del molino				
Fallas	Causas	Efectos	Soluciones	A realizar por
Ruptura de faja trapezoidal	Uso del tiempo de vida útil	Detención de la maquina por la transmisión	Cambio de la faja	Mecánico
No enciende el motor	Oxido en el contacto	Perdida del movimiento del equipo	Cambiar o limpiar los terminales	Electricista
Desalineación de las poleas	Vibración de la transmisión	Ruptura de la faja trapezoidal	Alinearla con respecto a la otra	Mecánico
Rodamientos desgastados	Lubricación deficiente	Vibración del equipo	Cambio del rodamiento	Mecánico electricista
Producto mal molido	Desgaste de los martillos	Tamaño de grano desigual	Cambio de la cabeza de martillos o relleno con soldadura	Mecánico
Tolva con grietas	Corrosión de la estructura	Perdidas de la materia prima	Soldar grietas de la estructura	Mecánico
	Falta de limpieza	Oxidación	Limpiar al termino del turno	Personal de limpieza
	Falta de cronograma de pintado		Realizar cronograma de pintado	Personal de mantenimiento
	Falta de inspecciones rutinarias		Realizar inspecciones periódicamente	Personal de producción

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 32, se encuentra la relación Causa-Efecto-Solución de las fallas de la tamizadora. Esta información se analizó para encontrar sus causas y efectos que producen las fallas en la maquinaria, buscando una solución para aplicarla en la empresa y hacer mejoras.

Tabla N° 32. Relación causa-efecto-solución del tamiz.

Relación causa- efecto-solución de las fallas del tamiz				
Fallas	Causas	Efectos	Soluciones	A realizar por
Ruptura de faja trapezoidal	Tiempo de vida útil	Para del equipo por la transmisión	Cambio de la faja	Mecánico
No enciende el motor	Oxido en el contacto	Perdida del movimiento del equipo	Conectar los terminales correctamente	Electricista
Desalineación de las poleas	Vibración de la transmisión	Ruptura de la faja trapezoidal	Alinearla con respecto a la otra	Mecánico
Rodamientos desgastados	Lubricación deficiente	Vibración del equipo	Cambio del rodamiento	Mecánico
Ruptura de la malla tamizadora	Uso del tiempo de vida	Producto con impurezas	Soldar los agujeros	Mecánico

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 33, se mencionan la relación Causa-Efecto-Solución del envasado, las posibles soluciones de las fallas del área de envasado; como son pocas, éstas pueden ser tratadas de inmediato.

Tabla N° 33. Relación causa-efecto-solución del envasado.

Relación causa- efecto-solución de las fallas del envasado				
Fallas	Causas	Efectos	Soluciones	A realizar por
Corte de conexión de la selladoras	Cables deteriorados por el ambiente salino	Equipo inutilizado	Cambio del conector	Mecánico eléctrico
Ruptura del ejes de las ruedas de las carretillas	Corrosión en el eje	Equipo inutilizado	Soldar eje de la rueda con soldadura	Mecánico

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

E) Diagnóstico de los equipos

El sistema de diagnóstico de fallas se presentó a través de la lógica general donde se presentan las relaciones Causa-Efecto-Solución en cada una de la áreas. Se deben aplicar los programas de mantenimientos preventivos y realizarle un seguimiento con el fin de verificar si se están cumpliendo con los mantenimientos establecidos, a fin de mejorar y mantener los equipos en condiciones de disponibilidad y operatividad.

Se debe establecer formato de partes y componentes del equipo donde se registren las especificaciones técnicas para llevar el control de las actividades correctivas y de la vida útil de las piezas al presentarse una falla, a fin de determinar la vida útil de cada uno de ellos. Debe tener la información de rutina de manera precisa, ya que este aportará los detalles para el cálculo de los parámetros de mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

3.8.3.1. Análisis estadístico de las fallas ocurridas de las máquinas.

A. Mantenimiento del 2012.

El análisis estadístico de las fallas ocurridas en los equipos fue tomado del año 2012 data que indicó que últimamente han presentado altos porcentaje de fallas y demoras, se procedió a realizar un análisis estadístico de los datos históricos de cada uno de los equipos.

En todos los meses estudiados se pudo observar que los secadores son los que representa mayor porcentaje de fallas en comparación con las otras maquinarias, con la finalidad de verificar cuales son las causas que están produciendo altos niveles de paradas en los secadores y los tipos de fallas que impactan significativamente la economía de la empresa Kar & Ma SAC.

En la Tabla N° 34, se muestra de manera general el resumen de la cantidad de fallas producidas en el año 2012.

Tabla N° 34. Identificación de fallas durante el año 2012.

Área		Falla	N° de falla
Molienda	Motor eléctrico	Ruptura de faja trapezoidal	4
		No enciende el motor	12
		Desalineación de las poleas	2
		Rodamiento desgastados	1
	Molino	Martillos desgastados	12
		Cambio de martillos	1
Tolva agrietada por corrosión		2	
Secado	Hornos	Caja del horno desoldada	28
	Estructura	Soportes desoldados	2
	Extractores	Ruptura de palas de hélices	10
		Ruptura de faja trapezoidal	4
	Motor eléctrico	Cambio de cadena	6
		Motor no enciende	14
		Delineamiento de ejes de poleas	7
		Desgaste de rodamientos	1
		Corto circuito del motor	1
Tamizado	Motor eléctrico	Ruptura de faja trapezoidal	2
		Falla del encendido del motor	1
		Des-alineamiento de ejes de poleas	12
		Desgaste de rodamientos	1
		Malla tamizadora rota	2
Envasado	Selladora de bosas	Corte de conexión	1
	Cargador	Ruptura del ejes de las ruedas	1

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

El mantenimiento realizado en el año 2012 arrojó los siguientes datos de referencia, se muestra el número de fallas ocurridas en todo el año, 34 en molienda, 73 en secado, 33 en tamizado y 4 en envasado. El reporte de las fallas fueron dadas por el mecánico en jefe de la empresa. En la Figura N° 34, se muestra un tabla dinámica de los fallos ocurridos en el año 2012, el comportamiento de la fallas apuntan que el área de secado cuenta con mayor incidencia de falla seguida de la molienda, tamizado y envasado.

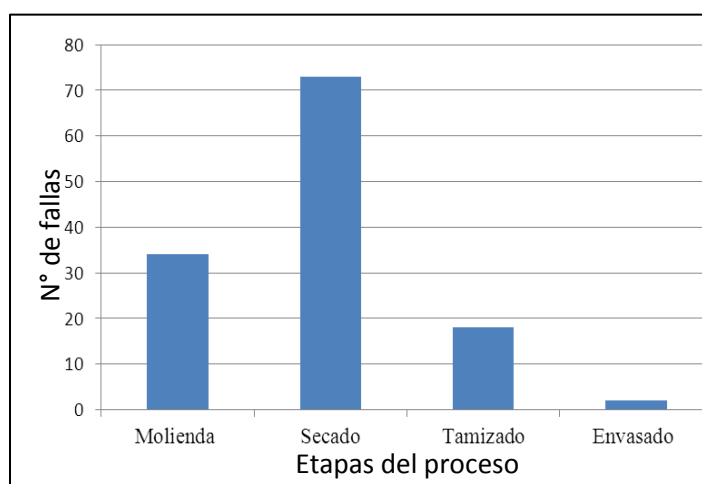


Figura N° 34. Número de fallas en el año 2012.
Fuente: Empresa de Sal Kar & Ma SAC, 2013.

B. Mantenimiento realizado en el periodo de evaluación de enero a junio del 2013.

Para la realización de la investigación, se realizó un análisis por tipo de falla de los secadores rotatorios, molino, tamiz y envasado. Estas se clasificaron en falla mecánica, eléctrica, hidráulica y estructural; con el objetivo de determinar que etapa cuenta con mayor número de fallas. Se tomó un periodo de 6 meses donde se obtuvo los siguientes resultados: 34 fallas en molienda, 114 en secado, 18 en tamizado y 2 envasados. El número de fallas son referenciales estas fueron tomadas en las inspecciones en planta.

Con la cantidad de fallas recolectadas en cada etapa del proceso se elaboró una tabla dinámica mostrada en la Figura N° 35, donde se evidencia que el área de secado cuenta con el mayor número de fallas producidas en sus secadores, lo que ha ocasionado una pérdida de 256 horas en la producción.

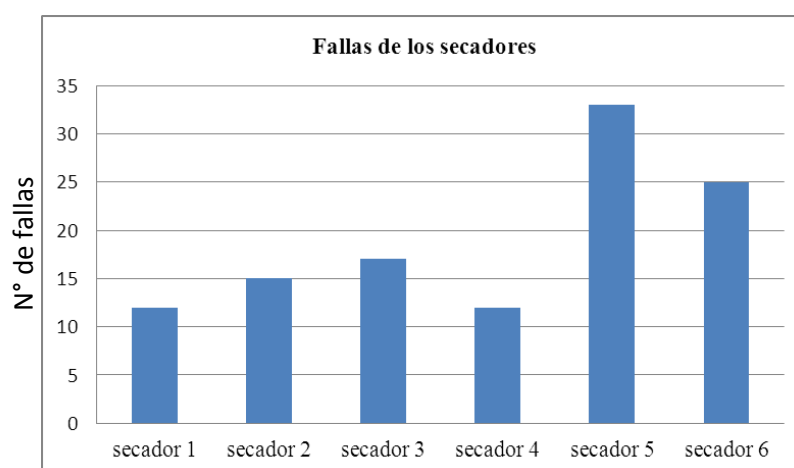


Figura N° 35. Número de fallas de los secadores en 6 meses.
Fuente: Kar & Ma SAC, 2013.

En la Tabla N° 35, se puede apreciar que el molino es el segundo equipo con número de fallas (34), lo que ha ocasionado una pérdida de 25 horas, se identificó las causas de las fallas mediante un diagrama de espina de pescado, el que permitió resumir aquellas relaciones entre la causa y efectos de falla del molino en cada uno de sus tipos (mecánicas, eléctricas y estructurales).

Tabla N° 35. Clasificación de las fallas según su tipo (Molino).

Tipos de fallas (Molino)			
Mecánica	Eléctrica	Estructural	Total
Numero de fallas			
2	28	4	34
Demora (horas)			
12	21	9,6	25

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 36, se puede apreciar que el tamiz es el tercero con número de fallas (18), lo que ha ocasionado una pérdida de 15 horas.

Tabla N° 36. Clasificación de las fallas según su tipo (Tamizadora).

Tipos de fallas (Tamizadora)			
Mecánica	Eléctrica	Estructural	Total
Número de fallas			
1	13	4	18
Demora (horas)			
1	13	1	15

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 37, se puede apreciar que el envasado es el cuarto con número de fallas (2), lo que ha ocasionado una pérdida de 1,2 horas.

Tabla N° 37. Clasificación de las Fallas Según su Tipo (Envasado).

Tipos de fallas (Cosedora)			
Mecánica	Eléctrica	Estructural	Total
Numero de fallas			
0	2	0	2
Demora (horas)			
0	1,2	0	1,2

Fuente: Empresa de Sal KAR & MA SAC, 2013.

Tabla N° 38. Fallas ocurridas en 6 meses.

Área	Falla	N° de falla
Molienda	Ruptura de faja trapezoidal	1
	No enciende el motor	1
	Desalineación de las poleas	2
	Rodamiento desgastados	2
	Martillos desgastados	16
	Cambio de martillos	10
	Tolva agrietada por corrosión	2
Secado	Caja del horno desoldada	50
	Soportes desoldados	30
	Ruptura de palas de hélices	8
	Ruptura de faja trapezoidal	6
	Cambio de cadena	3
	Motor no enciende	4
	Delineamiento de ejes de poleas	3
	Desgaste de rodamientos	2
Corto circuito del motor	8	
Tamizado	Ruptura de faja trapezoidal	2
	Falla del encendido del motor	4
	Des-alineamiento de ejes de poleas	6
	Desgaste de rodamientos	1
	Malla tamizadora rota	5
Envasado	Corte de conexión	1
	Ruptura del ejes de las ruedas	1
TOTAL DE FALLAS		169

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En la Tabla N° 38, se evidencia el total de fallas ocurridas en el periodo de evaluación de enero a junio del 2013.

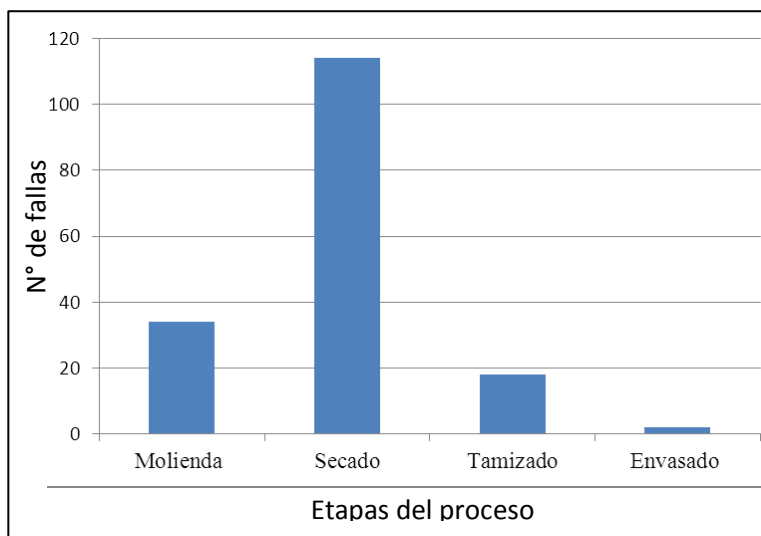


Figura N° 36. Fallas tomadas en enero a junio del 2013.

Fuente: KAR & MA SAC, 2013

En la Figura N° 36, se muestra la comparación entre fallas en 6 meses del área de secado, molienda, tamizado y envasado. Los resultados obtenidos son los siguientes: 114 secado seguido de la molienda 34, tamizado 18 y envasado 2.

Tabla N° 39. Análisis de criticidad de las máquinas, equipos y componente en los 6 meses de evaluación.

Máquina y equipos	N° de falla	Frecuencia de fallas	Nivel de producción	Tiempo promedio de reparación (hr) *	Costo de reparación	Impacto en la seguridad	Impacto ambiental	Puntuación
Molino	27	6	2	1	5	35	0	42
Motor eléctrico de 37 hp	13	4	2	1	5	35	0	42
Horno N° 1	15	3	2	1	5	35	30	72
Estructura	17	4	2	1	5	0	0	7
Extractores	15	4	2	1	5	0	0	7
Motor eléctrico 1,5 hp N° 1	4	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 1	2	3	2	1	5	35	0	42
Horno N° 2	27	6	2	1	5	35	30	72
Motor eléctrico 1,5 hp N° 2	3	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 2	3	3	2	1	5	35	0	42
Horno N° 3	28	6	2	1	5	35	30	72
Motor eléctrico 1,5 hp N° 3	4	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 3	2	3	2	1	5	35	0	42
Horno N° 4	29	6	2	1	5	35	30	72
Motor eléctrico 1,5 hp N° 4	1	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 4	3	3	2	1	5	35	0	42
Horno N° 5	35	6	2	1	5	35	30	72
Motor eléctrico 1,5 hp N° 5	2	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 5	1	3	2	1	5	35	0	42
Horno N° 6	28	6	2	1	5	35	30	72
Motor eléctrico 1,5 hp N° 06	3	3	2	1	5	35	0	42
Motor reducto 5 hp N° 6	2	3	2	1	5	35	0	42
Motor eléctrico 1,5 hp N° 7	4	26	2	1	5	0	0	7
Selladora de bosas	14	4	2	1	5	0	0	7
Carretilla	1	3	2	1	5	0	0	7

Fuente: Elaboración propia

* Navarro, 2008.

3.8.4. Análisis de criticidad de los equipos en la empresa.

Para el análisis de criticidad de la empresa se describen los equipos mencionados en la Tabla N° 19. A partir de allí hemos iniciado el análisis (según página N° 28); para ello se tomó el número de fallas de los periodos 2012 Tabla N° 31 y 2013 periodo de prácticas (6 meses) Tabla N° 35, luego según la metodología del análisis de los puntos críticos se estimó una calificación.

La Tabla N° 40 se elaboró para cuantificar la información de falla por máquina e identificar la más crítica para su mejora o reemplazo. El análisis permitió identificar las máquinas críticas al igual que los equipos, como resultado de este análisis tenemos la siguiente

Tabla N° 40. Resultado del análisis de criticidad.

Máquinas y equipos	Criticidad		Descripción del análisis	Solución
Molino	42	Medi a	El molino puede seguir funcionando con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo en algunos ya que su funcionamiento puede mantenerse sin generar elevados costos. Ver costos por el mantenimiento del molino.	Aplicación de un plan preventivo y correctivo para el molino.
Motor eléctrico de 37 HP	42	Baja	El motor de 37 HP marca Weg también puede seguir funcionando con un plan de mantenimiento al estar operando con pocas fallas técnicas.	Aplicación de un plan preventivo y correctivo para el motor.
Horno N° 1	99	Muy Alta	El horno rotatorio N° 01 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.
Estructura	97	Muy Alta	La estructura también se encuentra en mal estado con corrosión en toda ella. Ésta genera costos altos por mantenimiento y paradas de producción.	Cambio de la estructura por una nueva para evitar mantenimiento excesivo
Extractores	98	Muy Alta	Los extractores se encuentran en mal estado tienen una criticidad muy alta, aún que no interviene directamente en la producción al no afectarla si fallan, pero sí afecta al ambiente ya que genera material participado por toda la empresa. Tiempo perdido por producción.	Cambio del equipo para evitar mantenimiento excesivo
Motor eléctrico 1,5 HP N° 1	42	Alta	El motor de 1,5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo
Moto reducto 5 hp N° 1	42	Alta	El moto-reductor de 5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	
Horno N° 2	97	Muy alta	El horno rotatorio N° 02 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 40. Resultado del análisis de criticidad (continuación).

Motor eléctrico 1,5 HP N° 2	42	Alta	El motor de 1,5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo
Moto reducto 5 hp N° 2	42	Alta	El motor-reductor de 5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	
Horno N° 3	97	Muy alta	El horno rotatorio N° 03 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.
Motor eléctrico 1,5 HP N° 3	42	Alta	El motor de 1.5 hp se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo, ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo.
Moto reducto 5 HP N° 3	42	Alta	El motor-reductor de 5 hp se encuentra funcionando con fallas, se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	
Horno N° 4	97	Muy alta	El horno rotatorio N° 04 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.
Motor eléctrico 1,5 HP N° 4	42	Alta	El motor de 1,5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo
Motor reducto 5 HP N° 4	42	Alta	El motor-reductor de 5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	
Horno N° 5	98	Muy alta	El horno rotatorio N° 5 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.
Motor eléctrico 1,5 HP N° 5	42	Alta	El motor de 1,5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo.
Moto reducto 5 HP N° 5	42	Alta	El motor-reductor de 5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	
Horno N° 6	98	Muy alta	El horno rotatorio N° 06 ya no puede seguir funcionando por su nivel de criticidad y estado actual en que se encuentra. Éste genera muchas fallas y costos en mantenimiento.	Cambio del horno rotatorio por un nuevo diseño.
Motor eléctrico 1,5 HP N°06	42	Alta	El motor de 1,5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 40. Resultado del análisis de criticidad (continuación).

Moto reducto 5 HP N° 6	42	Alta	El motor-reductor de 5 HP se encuentra funcionando con fallas. Se recomienda cambiar este equipo ya que encarece su mantenimiento por el excesivo costo.	Cambiar el equipo para evitar costos por mantenimiento excesivo
Motor eléctrico 1,5 HP N° 7	7	Baja	El motor eléctrico 1,5 HP requiere de un mantenimiento para mantener su funcionalidad en el área. No está tan acabado, su criticidad es baja	Realizar un mantenimiento al equipo para evitar tiempos parados.
Selladora de bosas	7	Baja	Las selladoras de bolsa están en buenas condiciones ya que son cambiadas cada 6 meses. Éstas no sufren casi fallas.	Limpiar cada vez que se termina el turno de envasado para que se mantenga operable.
Carretilla	7	Baja	Las carretillas tienen una criticidad baja ya que sus fallas son pocas y fáciles de resolver.	Pintar y limpiar no dejar que la estructura se corra.

Fuente: Elaboración propia.

En el resultado del análisis de criticidad se identificó que la máquina más crítica se encuentra en la etapa de secado. Los secadores rotatorios se encuentran deteriorados como se estudió anteriormente, esta etapa es vital para la producción por lo que es necesario tomar cartas en el asunto, así como también lo indica la evaluación de criticidad, se tiene que reemplazar por uno nuevo y establecer mejoras en las demás etapas ya que cuentan con problemas leves pero pueden agravarse si no se tienen en cuenta.

3.8.5. Análisis del área administrativa.

a) Productividad de la mano de obra.

- Existen controles sobre las actividades de producción realizadas y también sobre las tareas pendientes desactualizadas, no cumplen con sus funciones (Manual de funciones aun no definidos).

b) Capacitación gerencial.

- La capacidad gerencial de la empresa no determina el futuro deseado de lo que deseamos que ocurra en la organización el proceso de construir un puente entre la situación actual y la situación deseada.

c) Seguridad industrial.

- Poseen las normas mínimas de seguridad industrial. Dentro de la planta existen algunas señales de las zonas peligrosas, no poseen extintores contra incendios en puntos específicos.

d) Instalaciones.

- La empresa cuenta con una distribución lineal adecuada a su proceso, la maquinaria está ubicada para que el proceso de producción sea continuo y lo más eficiente posible.

- Falta habilitar zonas para el almacenamiento de herramientas en el área de elaboración y mantenimiento

3.9. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.

Luego de haber realizado el diagnóstico de la línea de producción de sal se hallaron sus principales problemas y la causa de estos, los cuales generan un impacto económico en el costo de la producción en la empresa Kar & Ma SAC. A continuación en la Tabla N° 41, se muestra los siguientes problemas, causas y soluciones propuestas.

Tabla N° 41. Resultados de diagnóstico de la empresa Kar & Ma SAC.

A. PROBLEMA N° 01: REDUCCIÓN DE LA UTILIDADES DE LA EMPRESA.	
La falta de programación de la producción no permite coordinar el mantenimiento. Los tiempos de trabajo del personal no están estandarizados, afectando las utilidades de la empresa (producción variable).	
Causas:	Soluciones:
<ul style="list-style-type: none"> - Producción no planificada. - Falta de producción de respaldo. - Falta de un método para controlar el tiempo de trabajo del personal de planta. - Falta de conocimiento para la gestión de la producción. - Falta de capacitaciones y charlas al personal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar un método para programar las cantidades óptimas de producción. - Manejar stock de seguridad para paradas programadas. - Estandarizar la línea de producción.
B. PROBLEMA N° 02: TIEMPO PROLONGADO DE REPARACIÓN.	
En el área de mantenimiento, la falta de capacitación del jefe de área, ha generado que el tiempo en la realización de mantenimiento aumente disminuyendo el tiempo de producción de 8 horas diarias a 6 afectando los ingresos y egresos de la empresa. El tiempo muerto de producción es generado por las fallas de las máquinas de cada área, su antigüedad y el deterioro de ellas.	
Causas:	Soluciones:
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de capacitaciones del personal. - Personal no calificado. - Falta de organización de las actividades a realizar. - Falta de información del mantenimiento. - No contar con un registro de los repuestos o piezas de recambio utilizadas durante la realización de un trabajo de mantenimiento. - Falta de control de tiempos de ejecución para las actividades de mantenimiento - Falta de un historial del tiempo muerto de las máquinas, equipos y componentes. - Falta de un método para la estimación de costos de mantenimiento. - Falta de órdenes de trabajo de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> - La empresa debe de capacitar al personal de mantenimiento. - Realizar hojas de vida de las máquinas y equipos para facilitar el mantenimiento de estas. - Realizar cronograma de mantenimiento. - Elaborar un perfil predeterminado para contratar un jefe o técnico. - Realizar formatos para historial de mantenimiento. - Establecer un procedimiento de inducción del trabajo para aquellos nuevos trabajadores que ingresen al área. - Contar con los manuales de las máquinas, equipos y componentes. - Gestionar un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos. - Realizar un formato para órdenes de trabajo del mantenimiento. - Programar los paros de mantenimiento para la realización de la maquinaria. - Se hizo una búsqueda virtual sobre las características mecánicas de los equipos, así como también sobre las sugerencias correctas de mantenimiento ofrecidas por el fabricante.

3.10. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS.

3.10.1. Propuesta de mejora en el mantenimiento.

El tiempo de mantenimiento puede ser reducido mediante planificación de las actividades de mantenimiento a realizar, una gestión del mantenimiento ayuda a mantener las máquinas en funcionamiento. Por lo tanto se propongo la implementación de un “Plan de mantenimiento preventivo”.

Según los resultados del diagnóstico se determinó la implementación de un “Plan de mantenimiento preventivo”, ya que se ajusta a la realidad de la empresa y al presupuesto que esta tiene. Con la búsqueda de las fichas técnicas y la asesoría de un especialista en mantenimiento se realizó el “Plan de mantenimiento”.

Este Plan se realizó con las recomendaciones hechas por los manuales de los fabricantes, la experiencia recogida por parte de los trabajadores y al estudio realizado de la literatura correspondiente al mantenimiento de las máquinas y equipos. La información técnica de los equipos principales se recogió de las fichas técnicas, que fueron diseñados de acuerdo a las características de operación de cada máquina y equipo. El “Plan de mantenimiento preventivo” establecerá las actividades de primer nivel que ejecutará el operario de cada máquina y equipo, como: inspección visual, lubricación, detección de fallas y aseo.

Las inspecciones periódicas programadas se ejecutarán en las máquinas y equipos críticos de la planta en forma planificada y programada anticipadamente, con el fin de descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de los mismos. Estas inspecciones periódicas serán realizadas en cada equipo a intervalos fijos independientemente del estado. Las inspecciones en los equipos se dividen en actividades de tipo mecánico y eléctrico, las inspecciones de tipo mecánico pueden ser realizadas por el mecánico de mantenimiento, según la complejidad de las actividades. La inspección del tipo eléctrico debe ser ejecutada sólo por el electricista.

3.10.2. Plan de mantenimiento.

La costeñita Kar & Ma SAC.	PLAN DE MANTENIMIENTO	Código: 00001
		Emisión: 06-06-2014
		Revisión: 10-06-2014
		N° Rev. : 01

PLAN DE MANTENIMIENTO

El presente plan se elaboró conforme a los principios de las máquinas y equipos de la empresa, cuyo propósito es mantener su vida útil y reducir los costos por mantenimiento, responsabilidades y funciones de los colaboradores de la organización. El plan de mantenimiento debe ser considerado como un instrumento dinámico, sujeto a cambios que surgen de las necesidades propias de la empresa y de la revisión técnica permanente para mantener su utilidad. El plan debidamente aprobado será distribuido a al áreas involucradas. El plan de mantenimiento consta de las siguientes partes:

- i. **IDENTIFICACIÓN:** Indica lo que tiene que realizar el área a la hora de realizar el mantenimiento a las máquinas y equipos.
- ii. **PROPÓSITO GENERAL:** En él se hace una pequeña descripción de los procedimientos a realizar.

MANTENIMIENTO DEL MOLINO

I. ASPECTOS GENERALES.
OBJETIVO: Garantizar el buen estado de los equipos utilizados dentro del proceso productivo y el mantenimiento adecuado de los mismos para asegurar su permanente disponibilidad.
ALCANCE: El Manual de Procedimiento de mantenimiento de los equipos y componentes que intervienen en el proceso de producción.
RESPONSABLE: Jefe de mantenimiento.
<p>DESCRIPCIÓN:</p> <p>Primero que nada debemos crear un plan de acción para corregir las fallas existentes en los equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No olvidarse de las fallas potenciales, las cuales nos dan advertencia de que en cualquier momento pueden ocurrir, esta también se conocen como condiciones físicas identificables que indica que ocurrirá una falla funcional. - Tareas de reacondicionamiento cíclico y de sustitución cíclica: se deben revisar los equipos y sus componentes reparados con determinada frecuencia - preferiblemente cuando se realice el mantenimiento de rutina independientemente de su estado en ese momento. - Decidir la frecuencia con que se realizan y quien realizara los mantenimientos preventivos, con el fin de minimizar la ocurrencia de fallas. - Crear programas específicos de entrenamiento al personal encargado del mantenimiento de estos equipos en base a la confiabilidad de los mismos y ordenar las tareas en un orden descendiente de prioridad. - Actualizar y complementar las guías de los equipos involucrando todas las partes críticas y necesarias para garantizar su buen funcionamiento. - Realizar los informes técnicos correspondientes a todas las fallas y realizando un seguimiento a la elaboración de estos. - Diseñar una unidad de registro y control de fallas que permita conocer todas las fallas ocurridas a un equipo determinado en una fecha determinada. - Respetar todas las actividades planificadas a corto, mediano y largo plazo para generar una mantenibilidad en los equipos.
II. MANTENIMIENTO DEL MOLINO
El mantenimiento del molino está dado por el manual técnico el cual recomienda los siguientes puntos que se deben de tener en cuenta a la hora de operarlo y de brindarle su mantenimiento preventivo al molino.
<p>MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Martillos - Eje principal - Rodamientos - Carcaza - Criba - Poleas - Correas

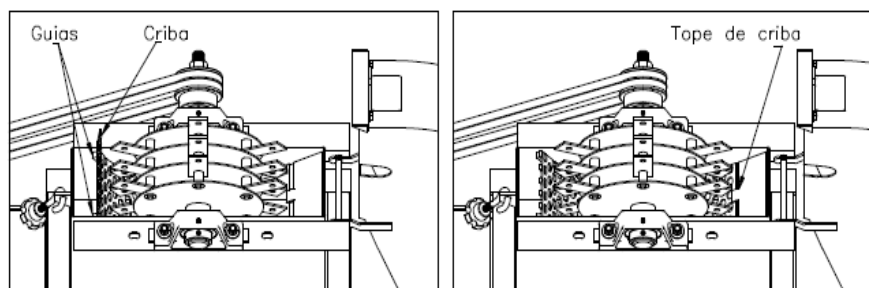
PASOS PARA OPERAR EL EQUIPO:

- Revise la tensión y el alineamiento correcto de las fajas trapezoidales.
- Revise que no se encuentren elementos extraños dentro del cajón ni sobre la tolva de carga del molino.
- Ajuste el motor con pocas revoluciones y enciéndalo sin tensión en las bandas, conforme vaya aumentando la velocidad jale la palanca de embrague para tensar las bandas hasta llegar a las revoluciones especificadas.
- Cada vez que encienda el motor hágalo sin tensión en las bandas.
- Trabaje el molino sin carga durante unos momentos con el fin de estabilizarlo.

PASOS PARA EL CAMBIO DE CRIBA:

El tamaño del producto molido está dado por el diámetro de barreno de la criba, esta se debe cambiar según se requiera, siga los siguientes pasos:

- Ejecute el cambio de criba cuando el molino no esté funcionando.
- Afloje la perilla y retírela de la ranura, levante la tolva y descubierto el rotor.
- Retire la criba alojada dentro del cajón, luego coloque la criba deseada, cuidando que este pase por el espacio entre las guías.
- Cuide que la criba se ajuste en el tope.
- Vuelva a colocar la tolva y sujétela con la perilla.

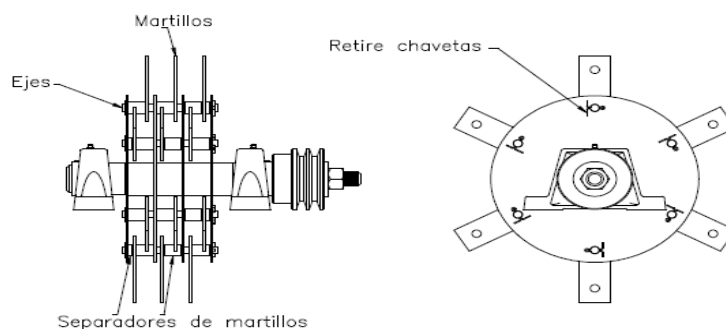


Fuente: Maquinaria Triunfo S.A. de C.V

PASOS PARA EL CAMBIO DE MARTILLOS:

Los martillos se podrán utilizar por un año con periodos de 15 días para relleno de puntas, cuidando que el orden y el acomodo sea el mismo en relación con los separadores de martillos para mantener el balance de su rotor. Cuide que la posición sea la misma al colocar las nuevas piezas. Para realizar el cambio de martillos lleva a cabo las siguientes instrucciones:

- Retire la perilla y tolva para dejar el rotor al descubierto.
- Quite la chaveta de un eje y retire el eje con sus respectivos martillos y separadores.
- Reemplace las piezas usadas por las nuevas, se recomienda hacerlo eje por eje, recuerde mantener el balance del rotor.



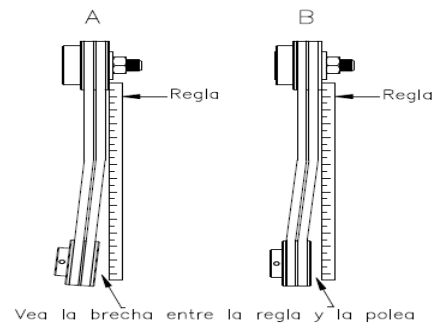
Fuente: Maquinaria Triunfo S.A. de C.V

PASOS PARA EL CAMBIO DE FAJAS TRAPEZOIDALES:

Las fajas trapezoidales deberán cambiarse cada 3 meses o dependiendo del trabajo realizado el procedimiento es de la siguiente manera: Afloje la palanca de ajuste de tensión de las bandas y retírelas. Coloque las bandas nuevas y vuelva a tensarlas de manera correcta mediante la palanca. Al instalar una nueva banda en una transmisión, siempre reemplace todas y utilice bandas del mismo fabricante. Inspeccione el montaje y el alineamiento de las poleas, ya que al estar desalineadas puede causar un mal funcionamiento de la transmisión.

Dos de las causa más comunes de des-alineamiento.

- A) Los ejes de la máquina motriz y de la impulsada no están paralelos.
- B) Las poleas no están colocadas adecuadamente en los ejes.



Fuente: Maquinaria Triunfo S.A. de C.V

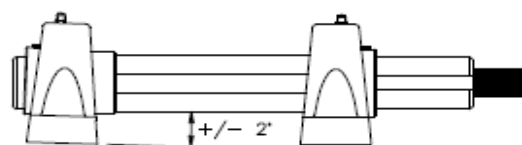
El paso final es aplicar la tensión correcta, la mejor tensión para una transmisión es en la cual las bandas no patinan bajo una carga total. Ajuste la transmisión hasta que las bandas entren holgadamente en las ranuras, ponga a funcionar la transmisión unos 10 min., para “asentar” las bandas, después aplique la carga máxima, si las bandas patinan, ajústelas hasta que no patinen al aplicar la carga máxima. Recuerde que también la tensión excesiva acorta la duración de la banda y de las poleas.

PASOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS CHUMACERAS:

El tipo de chumaceras utilizadas para el molino son del tipo auto-alineable, estas se cambian cada 30 240 horas, además son de libre mantenimiento, su lubricación es con grasa a base de litio de alto grado la cual es apta y buena para usos prolongados e ideal para los rodamientos de tipo sellado. Se le rellenara de grasa con la pistola de engrase cada 30 días si este lo requiere, si se llena, rellenar hasta que se rebote la grasa. Revisar los dispositivos de sellado que previene cualquier goteo de grasa, penetración de polvo y agua. El efecto de la lubricación se mantiene por un largo periodo sin necesidad de un reabastecimiento de grasa.

PASOS PARA EL MONTAJE DE LAS CHUMACERAS:

Al cambiar una chumacera, compruebe que la base en donde se coloca esta rígida y la superficie plana. Es aconsejable que el ángulo entre la superficie sobre la cual se monta la chumacera y el eje, mantenga una tolerancia de $\pm 2^\circ$.



Fuente: Constructora de Maquinaria Triunfo S.A. de C.V.

LUBRICACIÓN DE LAS PARTES DEL MOLINO:

Las partes para lubricar son las chumaceras, la re-lubricación muy seguida es innecesaria, se recomienda engrasar cada fin de temporada, con grasa de buena calidad a base de litio, para evitar un sobre llenado, es aconsejable reabastecer la grasa mientras la máquina este en operación, hasta que salga un poco de esta. El exceso de grasa provoca calentamiento.

PASOS PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR:

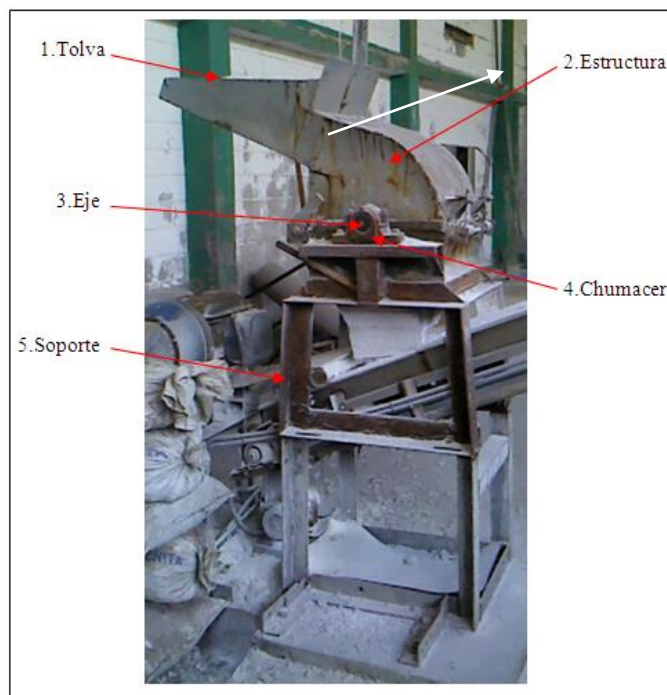
Verificar las instalaciones eléctrica que estén en buen estado, haga correctamente las conexiones y cheque que el giro del motor sea el correcto de no ser así cambie la polaridad de este. Además debe invertir la polea del rotor, es decir, esta debe estar con el mamelón hacia afuera, le facilitara la alineación de las bandas. Enciéndalo en un nivel bajo de revoluciones aumentándolas lentamente hasta llegar a las 3200 aprox.

CRITERIOS:

Esta información se tomó del manual de molinos de martillos de la Constructora de Maquinaria Triunfo S.A. de C.V. en este manual se describen los procedimientos del uso y mantenimiento del molino.

MEJORA:

La propuesta ayudara a mejorar su estado actual de la maquinaria ya que está muy deteriorada por falta de mantenimiento limpieza y cuidado. En la Figura N° 46, se puede ver el estado en que se encuentra el molino de la empresa de sal KAR & MA S.A.C.



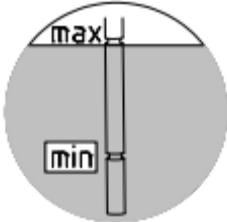
Fuente: Empresa de sal KAR & MA S.A.C, 2013

Mantenimiento:

El mantenimiento de este molino se realiza en periodos definidos para los componentes como: Martillos, correas y rodamiento. Se utiliza para la recolección de fallas de las máquinas, equipos y generar un historial de falla.

MANTENIMIENTO DE LOS SECADORES

I. ASPECTOS GENERALES.	
OBJETIVO: Garantizar el buen estado de los equipos utilizados dentro del proceso productivo y el mantenimiento adecuado de los mismos para asegurar su permanente disponibilidad.	
ALCANCE: El Manual de Procedimiento de mantenimiento de los equipos y componentes que intervienen en el proceso de producción.	
RESPONSABLE: Jefe de mantenimiento.	
ASPECTOS GENERALES.	
II. DESCRIPCIÓN:	
El mantenimiento de los secadores está dado por el manual técnico el cual recomienda los siguientes puntos que se deben de tener en cuenta a la hora de operarlo y de brindarle su mantenimiento preventivo del nuevo secador.	
MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN:	
<ul style="list-style-type: none"> - Moto-reductor - Ventilador del ciclón - Transmisión - Chumaceras - Quemador - Rodamiento 	
PASOS PARA OPERAR EL EQUIPO:	
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar la concesión del moto-reductor - Revisar las hélices del ventilador del ciclón, - Preparar el recipiente del material arrastrado por el flujo de aire del ciclón. - Revisar que los orificios del quemador tubular a gas GLP, no estén obstruidos. - Revisar sistema de transmisión (dientes de piñones, cadena, limpieza y lubricación). - Revisar conducto de salida de gases. - Revisión de los rodamientos y chumaceras. 	
PARTES DEL MOTO-REDUCTOR QUE SE DEBEN DE TENER EN CUENTA:	
Según manual Intelligent Drivesystems, Worldwide Services se deben de tener en cuenta las disposiciones vigentes al respecto del lugar en que se encuentre. En especial deben recogerse y eliminarse los lubricantes usados.	
Partes del reductor	Material
<ul style="list-style-type: none"> - Engranajes, ejes, rodamientos, chavetas, arandelas de retención. - Carcasa del reductor, partes de la carcasa. - Carcasa, partes de la carcasa de metal ligero. - Coronas de sinfín, casquillos. - Retenes para ejes, tapones retén, elementos de goma. - Semi-acoplamiento elásticos. - Juntas planas. - Aceite para reductores. - Aceite para reductores sintético (etiqueta: CLP PG). - Serpentín de refrigeración, sustancia de fijación del serpentín, recordaría 	<ul style="list-style-type: none"> - Acero. - Fundición gris. - Aluminio. - Bronce. - Elastómero con acero. - Plástico con acero. - Material para juntas sin amianto. - Aditivo de aceite mineral. - Lubricante a base de poliglicol. - Cobre, epóxido, latón
II. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO	
INTERVALOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO:	
En la ficha técnica según el fabricante del periodo de mantenimiento del moto-reductor en un periodo de 6 meses, 10 000 horas (1 año).	

Intervalos de inspección y mantenimiento	Trabajos de inspección y mantenimiento
Como mínimo cada seis meses	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual. - Comprobar los ruidos de funcionamiento. - Comprobar el nivel de aceite. - Reengrasar (sólo en ejes de entrada libres / opción W y rodamiento de agitadores / opción VLII / VLIII). - Cambiar el lubricador automático (si los tiempos de servicio son < 8 horas/día: el intervalo de cambio del lubricador puede ser de un año) (sólo con montaje de motor de dimensiones normalizadas IEC/NEMA).
Cada 10 000 horas de trabajo y como mínimo cada 1 año	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de aceite (si se rellena con productos sintéticos, el plazo se duplica) - Los intervalos de cambio de lubricante se reducen con condiciones de funcionamiento extremas (humedad del aire elevada, entorno agresivo y fuertes oscilaciones de temperatura)
Como mínimo cada dos años	- Revisión general
TRABAJOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO:	
<p>Los trabajos de revisión y mantenimiento únicamente deben ser realizados por personal cualificado. Los trabajos de montaje y mantenimiento se deben realizar únicamente con los reductores parados. El accionamiento no debe estar sometido a tensión y debe protegerse además contra conexiones accidentales.</p>	
INSPECCIÓN VISUAL:	
<p>El reductor debe ser inspeccionado para detectar posibles fugas. Además debe comprobarse que no presenta daños externos, así como grietas en los tubos flexibles, racores de empalme y topes de goma. En caso de fugas, como por ejemplo goteo de aceite o de agua de refrigeración, daños y grietas, el reductor debe repararse de inmediato por el encargado de mantenimiento.</p>	
COMPROBAR LOS RUIDOS DE FUNCIONAMIENTO:	
<p>Si se producen ruidos extraños durante el funcionamiento y vibraciones en el reductor, puede que éste esté dañado. En ese caso el reductor debe detenerse y realizarse una revisión general.</p>	
COMPROBACIÓN DEL NIVEL DE ACEITE:	
<ul style="list-style-type: none"> - La comprobación del nivel de aceite sólo debe realizarse con los reductores parados y en frío. Se debe disponer de una protección por fusible contra conexiones accidentales. - Se debe desatornillar el tapón del nivel de aceite correspondiente a la forma constructiva. - El tapón del nivel de aceite o el tapón roscado con varilla de nivel y todos los tornillos previamente aflojados deben estar de nuevo correctamente atornillados. 	
 <p>El diagrama muestra un tubo vertical dentro de un círculo que representa el nivel de aceite. Una línea horizontal superior está etiquetada como 'max' y una línea horizontal inferior como 'min'. El tubo tiene un tapón en la parte inferior.</p>	
Fuentes: Intelligent Drivesystems, Worldwide Services	
RELUBRICAR CON GRASA:	
<ul style="list-style-type: none"> - Algunos modelos de reductores disponen de un dispositivo de reengrase. 	

- Antes de reengrasar, debe desatornillarse el tornillo de salida de aire que se encuentra frente al racor de engrase. Debe aplicarse grasa suficiente como para que por el tornillo de salida de aire salga una cantidad de aprox. 20-25 g. Después el tornillo de salida de aire debe atornillarse de nuevo.

- **Tipo de grasa recomendado:** Petamo GHY 133N

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:

- Coloque el recipiente de recogida bajo el tapón de vaciado de aceite.
- Retire completamente el tapón de nivel de aceite o el tapón roscado con varilla de sonda.

REVISIÓN GENERAL:

Para realizar una revisión general, el reductor debe desmontarse por completo. Deben realizarse los trabajos siguientes:

- Limpiar todas las partes del reductor.
- Comprobar que las piezas del reductor no presentan daños.
- Sustituir todas las piezas dañadas.
- Sustituir todos los rodamientos.
- Sustituir los anti-retornos (si existen).
- Sustituir todas las juntas, retenes para ejes y anillos.
- Sustituir las piezas de plástico o de elastómero del acoplamiento del motor.

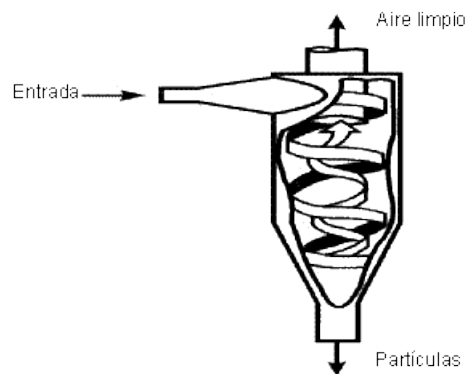
La revisión general debe realizarse en un taller con el equipamiento adecuado y ser efectuada por personal cualificado.

MANTENIMIENTO DEL CICLÓN

Para el cambio de las fajas trapezoidales del motor que genera la succión de aire, se tomaran las recomendaciones del Apartado N° 2.12.1.8. Pasos para el cambio de fajas trapezoidales.

El mantenimiento del ciclón se realizará cada semana para evitar obstrucciones en las entradas del aire con material y la salida del aire limpio, la limpieza se realizara diaria después de terminar la jornada de trabajo.

- Limpiar la superficie del ciclón para evitar que la estructura se deteriore por la corrosión
- Limpiar la entrada de partículas para evitar obstrucciones.
- Limpiar la salida del aire limpio.
- Limpiar la salida de partículas.



Fuentes: Intelligent Drivesystems, Worldwide Services

MANTENIMIENTO DEL CILINDRO DEL SECADOR

El mantenimiento del cilindro se basa en la limpieza y pintado de la estructura para evitar el deterioro por la corrosión. La limpieza debe ser diaria antes y después de la jornada de trabajo, el pintado se hará cada 6 meses y si o necesita antes.



Fuentes: Intelligent Drivesystems, Worldwide Services

- Limpiar la superficie del equipo para evitar acumulación de material y este lo corroa
- Limpiar por dentro del equipo la acumulación de material
- Pintar si es necesario la superficie o dentro del equipo para evitar su deterioro.
- Revisar si los rodamientos están limpios o requieren de grasa.
- Revisar si el engranaje principal de movimiento está limpio y engrasado.
- Los engranajes y rueda dentada principal se engrasa cada 30 días según schaeffler catálogo de mantenimiento de rodamientos.

PASOS PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS CHUMACERAS

El tipo de chumaceras utilizadas para el secador son del tipo auto-alineable, estas se cambian cada 35 260 horas, además son de libre mantenimiento, su lubricación es con grasa a base de litio de alto grado la cual es apta y buena para usos prolongados e ideal para los rodamientos de tipo sellado. Se le rellenara de grasa con la pistola de engrase cada 15 días si este lo requiere, si se llena, rellenar hasta que se rebote la grasa. Revisar los dispositivos de sellado que previene cualquier goteo de grasa, penetración de polvo y agua. El efecto de la lubricación se mantiene por un largo periodo sin necesidad de un reabastecimiento de grasa.

MANTENIMIENTO DEL QUEMADOR

- Control y limpieza de la salida y entrada de gas.
- Revisar el regulador de combustible GLP.
- Limpiar superficie del quemador para evitar deterioro por corrosión.
- Pintar la superficie cada 6 meses con pintura epóxica o cada vez que lo requiera.
- Revisar conexiones de la tubería de GLP identificar fugas.

LUBRICACIÓN DE LA CADENA

Para conseguir una lubricación eficaz, en cada ciclo de lubricación debería aplicarse una cantidad suficiente de un lubricante líquido sobre el lado dirigido hacia la rueda de cadena, entre el rodillo de rodadura y el eslabón interior, así como entre el eslabón interior y exterior. La viscosidad cinemática de los lubricantes debería hallarse entre 450 (a 40° C) y 30 (a 100° C) mm²/s.

MANTENIMIENTO DE LA CINTA TRANSPORTADORA

MOTO-REDUCTORES:

- Revisar el nivel de aceite.
- Identificación para la solicitud de cualquier repuesto.
- Se recomienda el uso de aceite especial para reductores.

RODILLO DE TRACCIÓN:

- Rodillos de tracción en tubos horneados ejes de acero sobre ejes de acero.
- Cajas de rodamientos (auto-entrantes).
- A límite para engrase

AJUSTE DE LAS FAJAS:

- Permite regular y alinear la banda de transporte.
- Al girar hacia abajo el rodillo se desplaza el rodillo hacia afuera, al girar hacia arriba, el rodillo se desplaza hacia adentro.

MANTENIMIENTO IMPORTANTE:

- Respetar y controlar nivel de aceite en moto-reductores.
- Engrasar las cajas de rodamiento.
- Mantener limpios los rodillos y cuna de transporte (limpiarlos con aire).
- Controlar el estado de broches y babetas.
- Aceitar periódicamente las babetas.
- No cambiar bruscamente la velocidad de trabajo.
- Mantener la tensión de alineación de las bandas de transporte.

ALINEACIÓN DE BANDAS DE TRANSPORTE:

- Es importante hacerlo con movimientos de tuerca suaves, poco a poco, esperando que la correa recupere por sí misma la alineación correcta.

Atasco de la máquina.

- Se recomienda aflojar la cinta, alinearla y luego volver a estirla.

ANTES DE PONER EN MARCHA:

<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el nivel de aceite en los meto-reductores. - Revisar el nivel de grasa en las cajas de rodamientos. - Verificar toda la lona y la alineación de la banda de transporte. - Arrancar a marcha lenta, y luego incrementar su velocidad. - Controlar que no se encuentren elementos cortantes entre la banda.
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DEL ENVASADO:
<p>El mantenimiento del envasado está dado por el manual técnico el cual recomienda los siguientes puntos que se deben de tener en cuenta a la hora de operarlo y de brindarle su mantenimiento preventivo.</p>
PASOS PARA OPERAR EL EQUIPO:
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar las uniones de la estructura. - Verifique los ejes de la ruedas. - Revisar ajuste de la ruedas. - No exceder la carga máxima del cargador de bultos.
MANTENIMIENTO REALIZADO AL EQUIPO:
<ul style="list-style-type: none"> - Pintar zonas que están deterioradas por la fricción del uso cada 6 meses. - Revisar eje de ruedas si se encuentra grietas, por favor suelde y pinte. - La revisión lo hará el colaborador de almacenaje. - Revisar unión de pala del cargado. - Cambio de ruedas cada 6 meses. - Cambiar las manijas cada 6 meses. <p>Esta información se tomó de la ficha técnica de la empresa Escanort S.A., en esta ficha técnica se describen los procedimientos del uso y mantenimiento del molino.</p>

a. Lista de control para la puesta en marcha por primera vez.

Tabla N° 42. Listado de control para puesta en marcha por primera vez.

Lista de Control	
Objeto de Control	Realizado
¿Se ha extraído el precinto del tornillo de venteo o colocado el tapón válvula?	
¿Coincide la posición de montaje solicitada con la posición de montaje real?	
¿Son admisibles los esfuerzos exteriores en los ejes del reductor (tensión de la cadena)?	
¿Está el brazo de reacción correctamente montado?	
¿Está colocada la protección contra contacto accidental en las piezas giratorias?	
¿Se ha activado el lubricador automático?	
¿Ha conectado la tapa de refrigeración al circuito del refrigerante?	

Fuentes: Intelligent Drivesystems, Worldwide Services

El listado de control para la puesta en marcha por primera vez, debe de realizarse obligatoriamente para evitar fallas en el equipo, Intelligent Drivesystems, Worldwide Services muestra la Tabla N° 42, esta tabla se debe de llenar cuando el equipo esté instalado en la maquinaria.

3.10.3. Diseño de las órdenes de trabajo para actividades de mantenimiento.

Debido a que las órdenes de trabajo son una herramienta básica para poder realizar una buena Gestión del Mantenimiento, es de suma importancia realizar dicha herramienta por sus beneficios al implementar de un sistema de órdenes de trabajo (Ver Anexo N° 02 - Formatos N° 02):

- Las labores de mantenimiento son realizadas dejando constancia de los materiales y repuestos utilizados, facilitando, implícitamente, el control de los gastos de mantenimiento.
- Cuando una actividad de mantenimiento es realizada, se registra el tiempo total empleado para su financiación; permitiendo así comparar con tiempos patrones de realización de tareas y conocer la eficiencia del personal de mantenimiento.
- Se deja constancia de la falla presentada, fecha de ocurrencia y equipo afectado. Posibilitando la creación de registros históricos para posterior análisis de fallas.
- Se mejora la organización de las tareas de mantenimiento. Se conoce con seguridad las labores finalizadas, pendientes, su nivel de urgencia y demás información relacionada a los recursos asignados a dicha actividad.

3.10.4. Diseño e implementación de un historial de fallas.

No se puede mejorar en el futuro si no se tiene memoria del pasado y ya que se cuenta con el apoyo de los altos mandos su implementación resulta muy accesible (Ver Anexo N° 02 - Formatos N° 01).

3.10.5. Diseño e implementación de un historial de costos.

Un registro de costos de mantenimiento permite contrastar el comportamiento de gastos realizados en el área durante determinados periodos de tiempo. Con esto es posible realizar estimaciones de presupuestos e identificar aspectos que permitan mejorar la dosificación de los recursos monetarios que se destinan para actividades de mantenimiento (Ver Anexo N° 02 - Formatos N° 03).

3.10.6. Uso de índices de desempeño.

La empresa Kar & Ma S.A.C., utiliza índices de medición de la eficiencia de mantenimiento en base a la producción realizada en el tiempo objetivo, por lo que se puede cuantificar si se hace un mantenimiento y gestión eficiente.

La implementación de dichos índices, será factible siempre y cuando se cambie la mentalidad actual, la cual manifiesta que “lo más importante es la producción, el mantenimiento es secundario”.

3.10.7. Recomendaciones generales sobre seguridad industrial.





La seguridad industrial si no es un componente fundamental de la gestión del mantenimiento, es un aspecto importante el cual afecta indirectamente a todos los demás aspectos; por lo que se harán unas recomendaciones generales sobre los lineamientos a seguir para mejorar las condiciones actuales. En la Tabla N° 43, se describen las recomendaciones generales de seguridad.

Tabla N° 43. Recomendaciones de seguridad.

Propuesta de seguridad de los equipos y máquinas.		
Propuestas	Norma	Cambio o instalación
Seguridad en la transmisión del motor trifásico	Según la ley N° 29783 “Seguridad y Salud en el Trabajo”, la empresa tiene la obligación de velar por la seguridad de sus trabajadores, por lo que se propone la señalización e instalación de un guarda cadena para evitar atrapamientos de miembros del personal que trabaja.	 
Seguridad en la transmisión del motor	Según la ley N° 29783 “Seguridad y Salud en el Trabajo”, la empresa tiene la obligación de velar por la seguridad de sus trabajadores, La puesta a tierra en los motores es muy importante, para evitar daños a las personas, como a las máquinas y equipos electrónicos	
Seguridad en la estructura del molino	Según especificaciones técnicas por el fabricante, se propone lijar, pulir y pintar (pintura epoxi), cada 6 meses para evitar que la estructura forme corrosión y esta pueda significar un peligro cortes por roces para el personal de trabajo o se debilite la estructura.	 
Cambio de rodamientos del molino	Según la especificaciones técnicas del molino se debe de cambiar cada 45 000 horas de trabajo o dependiendo de las condiciones de trabajo.	
Lubricación de los rodamientos y chumaceras del molino	Según especificaciones técnicas por el fabricante se deben de lubricar los rodamientos cada 15 días (indicaciones del lubricante a usar) o dependiendo de las condiciones de trabajo.	
Relleno de martillos del molino	Según especificaciones técnicas se deben de rellenar cada 3 meses estos se deben de cambiar cada año.	

Fuente: Picado, G. 2007

Tabla N° 43. Recomendaciones de seguridad (Continuación).

Propuesta de seguridad de los equipos y máquinas.		
Propuestas	Norma	Cambio o instalación
Seguridad en la transmisión de los motores trifásicos.	Según la ley N° 29783 “Seguridad y Salud en el Trabajo”, la empresa tiene la obligación de velar por la seguridad de sus trabajadores, por lo que se propone la señalización e instalación de un guarda cadena para evitar atrapamientos de miembros del personal que trabaja.	
Protección para los técnicos de mantenimiento.	Según el instituto técnico de capacitación y producción debe de utilice ropa de protección (bata, lentes protectores y guantes) y herramienta adecuada para su manteniendo.	
Cuidado de la estructura de los hornos	Según especificaciones técnicas por el fabricante, se propone lijar, pulir y pintar (termo-resistente), cada 6 meses para evitar que la estructura forme corrosión y esta pueda significar un peligro cortes por roces para el personal de trabajo o se debilite.	
Lubricación de los rodamientos y chumaceras del molino	Según especificaciones técnicas por el fabricante se deben de lubricar los rodamientos cada 15 días (indicaciones del lubricante a usar) o dependiendo de las condiciones de trabajo. Su cambio se hará cada 6 meses	

Fuente: Picado, G. 2007

3.10.8. Inspecciones de rutina.

Es el conjunto de actividades de mantenimiento de primer nivel que ejecuta el operario al inicio y durante la marcha del equipo. Las inspecciones de rutina incluyen actividades de detección de fallas, lubricación, ajustes y aseo del equipo. A este tipo de inspección se le llama mantenimiento.

a) Lubricación.

Actividades tendientes a mejorar el comportamiento de desgaste de superficies en contacto y en movimiento.

b) Ajustes.

Actividades orientadas a devolver las características del montaje a los equipos de acuerdo a los estándares definidos.

Tabla N° 44. Inspecciones de rutina de los molinos.

Inspecciones de rutina de los molinos (especificaciones técnicas)
Mantenimiento de la unidad.
Actividad:
- Revisar estado físico de los martillos, fajas trapecoidales del motor y poleas. - Revisar ruidos extraños y vibraciones. - Revisar sistema de alimentación de carga y observar posibles fugas del producto.
Responsable:
- Operario
Tiempo:
- Cada semana.
Mantenimiento técnico.
- Revisar sistema de transmisión y sistema eléctrico. - Reparar fallas pequeñas. - Detectar ruidos extraños.
Responsable:
- Especialista del departamento de mantenimiento.
Tiempo:
- cada mes
Actividad:
- Realizar una revisión general del equipo
Responsable:
- Empresa externa a la situación especialista en mantenimiento de máquinas industriales.
Tiempo:
- Cada 6 mes
Recomendaciones:
- Hay que monitorear frecuentemente el molino, debido al impacto que ejercen los martillos sobre la estructura, esta puede ocasionar fugas del producto. - El molino se debe de pulir y pintar con pintura (expo-toxica) para ambientes marinos cada 6 meses por las condiciones corrosivas del área de trabajo.
Inspecciones de rutina de los equipos del molino (área del molino)
Mantenimiento de la unidad.
Actividad:
- Limpieza de superficie. - Revisar temperatura que este a 40 grados centígrados. - Lubricar los rodamientos. - Revisar ruidos extraños en los rodamientos. - Revisar vibraciones. - Medir periódicamente niveles de aislamiento.
Responsable:
- Operario.
Tiempo:
- Cada semana.

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 44. Inspecciones de rutina de los molinos. (Continuación).

Mantenimiento técnico.
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar conexiones eléctricas. - Tomar voltaje y amperaje. - Cambiar rodamientos. - Revisar embobinado. - Medir periódicamente la elevación de temperatura (bobinas, cojinetes y sistema de ventilación).
Mantenimiento de los cojinetes.
<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda realizar la relubricación con el motor en operación, para garantizar la renovación de la grasa en el alojamiento del rodamiento. - La relubricación de los cojinetes debe realizarse siempre con la grasa original, especificada en la placa de características de los cojinetes y en la documentación del motor.
Procedimiento para la re-lubricación rodamientos:
<ul style="list-style-type: none"> - Retirar la tapa del drenaje; - Limpiar con paño de algodón alrededor del orificio de la engrasadora; - Con el rotor en operación, inyectar la grasa por medio de engrasadora manual hasta que la grasa empiece a salir por el drenaje o hasta que se haya inyectado la cantidad de grasa indicada. - Operar el motor durante el tiempo suficiente para que el exceso de grasa salga por el drenaje; - Verifique la temperatura del cojinete para certificarse que no hubo ninguna alteración significativa; - Reinstalar nuevamente la tapa del drenaje.
Responsable:
- Especialista técnico del departamento de mantenimiento
Tiempo:
- Cada 2 meses
Mantenimiento de apoyo general.
Actividad:
- Limpieza interna del motor.
Responsable:
- Empresa externa a la institución especialista en mantenimiento de maquinaria industrial.
Tiempo:
- Cada 6 meses
Protección para los técnicos.
Según el instituto técnico de capacitación y producción debe de utilice ropa de protección (bata, lentes protectores y guantes) y herramienta adecuada para su manteniendo.
Alineación de poleas
Según especificaciones técnicas del fabricante de motores la tensión en la correa deberá ser apenas suficiente para evitar el patinado durante el funcionamiento ya que el Correa con exceso de tensión aumenta el esfuerzo en la punta del eje, causando vibración y fatiga, pudiendo llegar a quebrar el eje. Estas se deben de alinear con una regla e inspeccionándolas al inicio y al final de las actividades.
Recomendaciones:
<ul style="list-style-type: none"> - El cambio de las fajas trapezoidales debe de cambiarse cuando haya alcanzado 300-350 horas de trabajo (especificaciones técnicas). - Es importante revisar periódicamente la temperatura ya este puede ser un indicador de que el sistema está operando mal, una de sus principales causas se debe a la fricción de los rodamientos que hayan sufrido alguna falla por lo que se recomienda cambiar cada 1000 horas de uso.

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 45. Inspecciones de rutina del secador rotatorio.

Inspecciones de rutina de los hornos (especificaciones técnicas)	
Mantenimiento de unidad.	
Actividad:	
<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza superficial. - Revisión de la estructura metálica. - Sellado de fugas. - Verificar fugas de los quemadores. - Verificar ruidos extraños. - Mantenimiento de engrase general. 	
Responsable:	
- Operario.	
Tiempo:	
- Cada semana	
Mantenimiento técnico:	
Actividad:	
<ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones de fugas de combustible. - Limpieza de sistema combustible. - Limpieza conexiones de gas. - Revisión del estado físico de los ventiladores. - Mantenimiento correctivo general. - La cadena deberá ser lubricada para evitar desgaste. - La estructura de los hornos deberán de pintarse con pintura par ambientes salinos (expotoxicas) cada 6 meses. 	
Responsable: Especialista técnico del departamento de mantenimiento	
Tiempo:	
- Cada mes	
Mantenimiento de apoyo general.	
Actividad:	
- Mantenimiento de la bomba de gas	
Responsable:	
- Empresa externa a la institución especialista en mantenimiento de maquinaria industrial.	
Recomendaciones	
<ul style="list-style-type: none"> - En caso de la bomba de gas esta debe ser reparada por un especialista ya que el personal departamento de mantenimiento de la industria no cuenta con los cocimientos técnicos y equipos necesarios para realizar este tipo de mantenimiento. - La lubricación de los piñones será cada 20 días para evitar desgaste excesivo por fricción. - La limpieza será diaria para evitar acumulamiento de material sobre la superficie del horno. 	

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 46. Inspecciones de rutina de la balanza.

Inspecciones de rutina de la balanza (especificaciones técnicas)	
Mantenimiento de unidad.	
Actividad:	
<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza de superficie. - Engrase de ruedas. - Calibración 	
Responsable: Operario	
Tiempo:	
- Cada vez que se vaya a utilizar y después de ser utilizada	

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 47. Inspecciones de rutina de la tamizadora.

Inspecciones de rutina de la tamizadora (especificaciones técnicas)
Mantenimiento de unidad.
Actividad:
- Revisión de ruidos extraños. - Revisión de juego de zaranda. - Engrase general/Limpieza superficie.
Responsable: Operario
Tiempo: Cada semana.
Mantenimiento técnico.
Actividad:
- Mantenimiento general. - Calibración de vibración. - Revisión del motor. - Revisión del sistema eléctrico. - Mantenimiento correctivo.
Responsable: Especialista técnico del área de mantenimiento.
Tiempo: Cada mes.
Recomendaciones: Se debe de proteger la transmisión del motor para evitar accidentes.

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 48. Inspecciones del reducto de velocidad.

Inspecciones de rutina del reducto de velocidad.
Mantenimiento de unidad.
Actividad:
- Verificar las cadenas y poleas. - Verificar posibles fugas de aceite. - Verificar ruidos.
Responsable: Operario
Tiempo: Cada semana
Mantenimiento técnico.
Actividad:
- Cambio de aceite. - Verificación de sellos. - Cambio de rodamiento/Cambio de poleas/Verificación de engranajes
Responsable: Especialista técnico del departamento de mantenimiento.
Tiempo: Anual
Mantenimiento de apoyo general.
Actividad:
- Rectificación de ejes. - Fabricación de engranajes. - Rectificación de poleas.
Responsable: Empresa externa a la institución en mantenimiento de máquinas industriales.
Tiempo: Cada vez que fallen
Recomendaciones:
- Realizar el mantenimiento constante del equipo. - si las condiciones de trabajo son muy adversas se deben de proteger mediante guardamotors para evitar deterioros rápidos - verificar la alineación del acople con el sistema de arrastre para evitar daños de los engranajes. - Se deben de reemplazar cada 30 000 horas o cada L10h que significa que, el 90% de los rodamientos esta sometidos a las cargas máximas.

Fuente: Picado, G. 2007.

Tabla N° 49. Inspecciones de rutina de la faja transportadora.

Inspecciones de rutina de la faja transportadora (especificaciones técnicas)	
Mantenimiento de la unidad.	
Actividad:	
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar estado físico de la banda. - Corregir posibles fisuras. - Engrase de chumaceras. - Verificación de poleas. - Verificación de rodos inferiores. - Verificación de rodamientos de los rodos y su vida útil. 	
Responsable: Operario	
Tiempo: Cada semana	
Mantenimiento técnico:	
<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de bandas. - Cambio de rodamientos. - Cambio de chumaceras. - Cambio de poleas. - Reparación de la banda en fallas menores. - Cambio de rodos inferiores - cambio de banda completa falla graves. 	
Responsable:	
- Especialista técnico del área de mantenimiento.	
Tiempo:	
<ul style="list-style-type: none"> - Cada vez que sea necesario. - O una vez al año. 	

Fuente: Picado, G. 2007.

c) Presupuesto

El costo del “Plan del mantenimiento Preventivo” es de S/. 36 660,00 como máximo y como mínimo es de S/. 24 000,00 esto es considerando realizar el mantenimiento 6 veces por año y siguiendo los manuales de las maquinarias para su lubricación, mantenimiento y pintado. El mantenimiento se realizara cada 2 semanas por un técnico en mantenimiento el cual revisara algún defecto de la máquina, además de ello, cada 6 meses se hará un mantenimiento general de las máquinas con personal capacitado para máquinas industriales como los manuales especifican, se pintara algunas zonas donde se ha deteriorado la pintura para evitar la corrosión de la estructura. En la Tabla N° 50 se evaluaron los costos de mantenimiento preventivo de las máquinas en cada etapa del proceso. Para la mano de obra se tomaron los siguientes sueldos: Máximo admisible (Jefe = 1 800,00; Auxiliar = 850,00); Mínimo admisible (Jefe =1 200,00; Máximo = 750,00).

Tabla N° 50. Costo del plan de mantenimiento preventivo.

Área	Costo máximo admisible del mantenimiento
Costos de mano indirecta	S/. 2 213,00
Costo de repuestos y materiales utilizados	S/. 1 476,00
Costos utilizados de equipos y herramientas	S/. 2 952,00
Costo total del mantenimiento.	S/. 3 320,00
Costo de mano de obra directa.	S/. 26 700,00
Costo total de mantenimiento preventivo	S/. 36 660,00

Fuente: Elaboración propia

3.10.9. Procedimiento de capacitación.

Aspectos generales:

a) Objetivo.

Enseñar el uso de la nueva maquinaria de la empresa Kar & Ma SAC, aplicando acciones de capacitación y mejora continua para la realización de los procesos.

b) Alcance

Se capacitara a todo el personal de proceso en el uso de la nueva maquinaria y acciones que tienen que realizar para su cuidado y mantenimiento.

c) Políticas de Operación

- Se capacitara al personal en el uso de las nuevas maquinarias.
- Se capacitara al personal para el llenado de los formatos en la realización del historial del mantenimiento.
- Se capacitara al personal de limpieza para el cuidado y limpieza de los equipos.
- Se capacitara al personal de proceso a identificar anomalía o fallas para informar al área de mantenimiento.
- Se capacita al personal en el uso de los implementos de seguridad.
- Se capacita al personal de proceso para la realización de las inspecciones en los equipos.
- La capacitación durara 4 horas 1 de teoría y 3 de práctica.

d) Responsable:

Jefe de producción

e) Proceso de la capacitación.

- El jefe del proceso debe de coordinar las charlas del uso de la nueva maquinaria con el jefe de mantenimiento.
- Las charlas deben ser puntuales y específicas para el uso de la maquinaria.
- La capacitación también debe ser práctica para mejor conocimiento.
- Las charlas se realizaran cada 6 meses.

f) Presupuesto.

El presupuesto para la capacitación es de S/. 2 000,00 soles anuales.

La Tabla N° 51, se detalla los costos para la capacitación del personal de producción. El costo total de la inversión para las mejora del uso de las máquinas es de S/. 2 000.00 Soles. La capacitación se realizara cada 6 meses dos veces por año.

Tabla N° 51. Costos de capacitación del personal de producción.

Materiales	Costos
Expositor	S/. 950,00
Coffee break	S/. 50,00
Sillas	S/. 0,00 propiedad de la empresa
Mesas	S/. 0,00 propiedad de la empresa
Retroproyector	S/. 0,00 propiedad de la empresa
Local	S/. 0,00 propiedad de la empresa
Costo total	S/. 1 000,00

Fuente: Elaboración propia

3.10.10. Manual de funciones y competencia laborales

La costeñita Kar & Ma SAC.	MANUAL DE FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES	Código: 00001
		Emisión: 06-06-2014
		Revisión: 10-06-2014
		N° Rev. : 01

MANUAL DE FUNCIONES Y COMPETENCIAS LABORALES

El presente Manual fue elaborado conforme a principios y requisitos de la empresa, cuyo propósito es a partir de la estructura organizacional definir las relaciones, responsabilidades y funciones de los colaboradores de la organización. El manual de funciones y competencias laborales debe ser considerado como un instrumento dinámico, sujeto a cambios que surgen de las necesidades propias de la empresa y de la revisión técnica permanente para mantener su utilidad. El manual debidamente aprobado será distribuido a todas las áreas involucradas con los cargos existentes. El Manual de funciones y competencias laborales consta de las siguientes partes:

- iii. **IDENTIFICACIÓN:** Indica el tipo de cargo, el área al que pertenece, su jefe inmediato y la jornada laboral.
- iv. **PROPÓSITO GENERAL:** En él se hace una pequeña descripción de los propósitos de cada cargo.
- v. **DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES:** Define las funciones de cada cargo conforme a la naturaleza de cada área de la empresa.
- vi. **RELACIONES:** Define la relación de dependencia de las áreas a los niveles superiores.

JEFE DE MANTENIMIENTO

I. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO.		
NOMBRE DEL CARGO: Jefe de Mantenimiento		
NATURALEZA DEL CARGO: Operativo		
JEFE INMEDIATO: Gerente General		
JORNADA DE TRABAJO: Lun - Sab: 8:00 am - 1:00 pm. y 3:00-6:00 pm.		
II. PROPÓSITO GENERAL.		
Planificar las actividades del área bajo su responsabilidad, controlando, coordinando y supervisando el mantenimiento y reparación de la maquinaria comercializada por la empresa así como también los vehículos de uso interno a fin de garantizar su buen funcionamiento; todo ello apegado a los lineamientos y metas fijadas por la empresa.		
III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.		
Planificar y coordinar el trabajo diario a realizarse en el taller.		
Controla el mantenimiento y las reparaciones realizadas a la maquinaria.		
Efectuar inspecciones a las máquinas que presentan fallas y recomendar las reparaciones pertinentes.		
Gestionar el requerimiento de los materiales y repuestos que van a ser utilizado en el trabajo con el auxiliar de abastecimiento.		
Firmar requerimientos de repuestos para la reparación de maquinaria en garantía.		
Realizar inventariados trimestrales del almacén de herramientas e insumos.		
Apoyar al área de sistemas en la traducción de los manuales de las máquinas.		
Mantener limpia el área de trabajo.		
Apoyar a las demás áreas de la empresa siempre y cuando esto no implique la desatención del área a su cargo.		
IV. RELACIONES		
Reporta a:	Gerente General	
Supervisa a:	Mecánicos a cargo.	
Trabaja con:	Todas las áreas de la empresa.	
V. ESPECIFICACIONES DEL CARGO		
COMPETENCIAS	CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA	COMPETENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> • Honestidad • Trabajo en equipo • Trabajo bajo presión • Orientación al logro • Liderazgo 	EDUCACIÓN	Formación técnica en la especialidad de Mecánica o carreras afines.
	CONOCIMIENTOS ESPECIFICO	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de componentes y sistemas mecánicos. - Hidráulica básica. - Electrónica básica. - Seguridad industrial - Inglés Técnico
	EXPERIENCIA	Mínimo un (3) año de experiencia en cargos similares.
HABILIDADES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Habilidad para supervisar personal. ➤ Buen manejo de equipos de trabajo. ➤ Toma de decisiones. ➤ Velar por los intereses de la empresa. ➤ Cumplimiento de las metas y objetivos propuestos. ➤ Redactar informes técnicos. ➤ Calidad y puntualidad en el trabajo. 	

Fuente: Elaboración propia.

TÉCNICO ELECTRICISTA INDUSTRIAL

I. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO.		
NOMBRE DEL CARGO: Técnico Electricista Industrial		
NATURALEZA DEL CARGO: Operativo		
JEFE INMEDIATO: Gerente General		
JORNADA DE TRABAJO: Lun - Sab: 8:00 am - 1:00 pm. y 3:00-6:00 pm.		
II. PROPÓSITO GENERAL.		
Colaborar con el área de diseño y fabricación en lo que respecta a la elaboración de proyectos de electrificación industrial, así como también, instalación y mantenimiento de componentes eléctricos; todo ello apegado a los lineamientos y metas fijadas por la empresa y a los requerimientos de tiempo y calidad estipuladas por el solicitante para la realización de trabajos internos y externos en su fase de montaje e instalación.		
III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.		
Organizar y ejecutar tareas y operaciones típicas de la ocupación.		
Localizar, identificar, examinar y reparar averías de sistemas eléctricos, electro-neumáticos, electromecánicos, electrónicos y automatizados internas o externas a la empresa.		
Apoyar a la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas industriales a mediana escala.		
Colaborar en la selección de materiales y equipos eléctricos.		
Realizar reparaciones de motores, generadores y transformadores.		
Elaborar e interpretar planos y diagramas eléctricos		
Cuidar del deterioro a las máquinas, equipos y herramientas a su cargo.		
Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo.		
Apoyar a las demás áreas de la empresa siempre y cuando esto no implique la desatención del área a su cargo.		
IV. RELACIONES		
Reporta a:	Gerente General	
Supervisa a:	Mecánicos a cargo.	
Trabaja con:	Todas las áreas de la empresa.	
V. ESPECIFICACIONES DEL CARGO		
COMPETENCIAS	CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA	REQUISITOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Honestidad • Trabajo en equipo • Trabajo bajo presión • Orientación al logro • Proactivo 	EDUCACIÓN	Formación técnica Electricidad Industrial o carreras afines.
	CONOCIMIENTOS ESPECÍFICO	- Realizar reparaciones e instalaciones de motores, generadores y transformadores. - Elaborar e interpretar planos eléctricos
	EXPERIENCIA	Mínimo un (1) año de experiencia en cargos similares.
HABILIDADES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Habilidad para el trabajo en equipo. ➤ Alta responsabilidad y compromiso en el trabajo. ➤ Velar por los intereses de la empresa. ➤ Ser proactivo en sus funciones. ➤ Estar siempre predispuesto al servicio. ➤ Calidad y puntualidad en el trabajo. 	

Fuente: Elaboración propia.

ENCARGADO DE CONTABILIDAD

I. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO.		
NOMBRE DEL CARGO: Encargado de contabilidad		
NATURALEZA DEL CARGO: Operativo		
JEFE INMEDIATO: Gerente general		
JORNADA DE TRABAJO: Lun - Sab: 8:00 am - 1:00 pm. y 3:00-6:00 pm.		
II. PROPÓSITO GENERAL.		
Registro oportuno de las operaciones presupuestarias y contables que inciden en el resultado de los Estados Financieros de cada área de la empresa, para que sean útiles en la toma de decisiones de gerencia y conocer la liquidez económica de la organización.		
III. DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.		
Realizar el presupuesto para gastos del mes.		
Realizar los pagos de préstamos (entidades financieras).		
Realizar el pago AFFP y CTS.		
Realizar mensualmente el PLAME (planilla mensual de pagos).		
Realizar los pagos a los proveedores (externos e internos).		
Revisar las compras.		
Revisar las ventas.		
Actualizar la información		
Realizar conciliación de ingresos y egresos (libros bancos).		
Enviar cheques de compensación de gastos del cierre del mes y presentar los estados financieros.		
Realizar el programa de declaración temática		
Realizar la presentación del PLE (Presentación de libros electrónicos).		
Limpiar y ordenar el área de trabajo.		
IV. RELACIONES		
Reporta a:	Gerente General.	
Supervisa a:	-	
Trabaja con:	Abastecimiento y ventas.	
V. ESPECIFICACIONES DEL CARGO		
COMPETENCIAS	CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA	REQUISITOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Honestidad • Trabajo en equipo • Trabajo bajo presión • Orientación al logro • Proactivo 	EDUCACIÓN	Formación técnica en administración o carreras afines.
	CONOCIMIENTOS ESPECÍFICO	<ul style="list-style-type: none"> - Inglés y chino básico. - Redacción de informes. - Manejo de Office intermedio.
	EXPERIENCIA	Mínimo un (1) año de experiencia en cargos similares.
HABILIDADES REQUERIDAS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Habilidad para el trabajo en equipo. ➤ Alta responsabilidad y compromiso en el trabajo. ➤ Orden para el manejo adecuado del tiempo y de las tareas asignadas. ➤ Velar por los intereses de la empresa. ➤ Ser proactivo en sus funciones. ➤ Estar siempre predispuesto al servicio. 	

Fuente: Elaboración propia.

3.10.11. Propuesta para la mejora de la producción.

ASPECTOS GENERALES:

a) Objetivo.

El objetivo de la propuesta es mejorar la competitividad de la empresa para hacerla más productivas.

b) Alcance.

Se aplicará en toda la línea de producción, involucrando a todo el personal que labora en dicha área para lograr una mejor productividad.

c) Descripción.

- Conocer el funcionamiento de la empresa para determinar aquellas situaciones en las cuales se puede enfocar para aplicar la mejora productiva y aumentar la eficiencia de la empresa.
- Identificar aquellas áreas de manera específica y ver los procesos más detalladamente en los cuales se puede aplicar alguna metodología de mejora productiva.
- Llevar a cabo con la detección de los factores primarios (producto, producción), externos (proveedores, energía, capital) y factores de la organización (tecnología, equipo, fuerza laboral), a medida que se busca las mejoras a realizar.
- Localizar las áreas que se van a trabajar, se plantean los objetivos con base en el enfoque productivo y al equipo de trabajo.
- Formar el equipo es parte primordial de la aplicación de la productividad en cualquier organización, la buena participación y el involucramiento por parte del personal es vital para el éxito del proyecto.
- Determinar la medición de la productividad según el enfoque financiero, de procesos o de mano de obra.
- Estar en constante supervisión del funcionamiento y comportamiento de los procesos de las distintas áreas de la organización, es importante tener constante medición de los indicadores y compararlos continuamente con las mediciones que se vayan obteniendo de manera que si surge algún cambio se hagan implementaciones al momento.

d) Responsable. Jefe de producción

3.11. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EMPRESA.

3.11.1. Utilidad actual de la empresa.

La utilidad, está dada por el precio de venta del producto menos el costo de producción. En la venta del producto la empresa tiene un ingreso de S/. 1 677 312 anuales y un costo de producción de S/. 972 858,24 anuales, cuya diferencia da como resultado una utilidad bruta de S/. 704 453,76 soles anuales.

Tabla N° 52. Utilidad bruta anual.

Recursos	Paq. 24 unid	Paq. 32 unid	Paq. 24 unid	Marrón 50 kg
	Costeñita 1kg	Costeñita 3/4 kg	Sal Pirámide 1kg	
Costos de producción				
Producción	96 480 sacos	96 480 sacos	96 480 sacos	45 792 kg
	S/. 273 038,40	S/. 153 403,20	S/. 273 038,40	S/. 273 378,24
Total	S/. 972 858,24 Soles anuales			
Costos de ventas				
Precio	S/. 453 456	S/. 347 328	S/. 578 880	S/. 297 648
Total	S/. 1 677 312 Soles anuales			
Utilidad total	S/. 704 453,76 Soles anuales			

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Analizando el impacto económico en el costo de la producción se pudo identificar que en las 4 presentaciones de sal de mesa yodada, la empresa aumenta por unidad producida S/. 0,20 esto debido al costo de mantenimiento correctivo. En la Tabla N° 53, con el costo de cada uno de los productos (Costeñita, Pirámide y Marrón) se realizó el cálculo de los costos de producción y el ingreso total por venta.

Tabla N° 53. Costo de producción actual sin mejora.

Costo de producción de los productos de Kar & Ma SAC				
Recursos	Paq. 24 unid	Paq. 32 unid	paq. 24 unid	Marrón 50 kg
	Costeñita 1 kg	Costeñita 3/4 kg	Sal Pirámide 1kg	
Materia prima	1,71	1,71	1,71	3,55
Mano de obra	0,02	0,02	0,02	0,10
Suministros	0,41	0,22	0,41	1,03
Mantenimiento	0,20	0,20	0,20	0,20
Combustible - Gas	0,07	0,07	0,07	0,10
Energía eléctrica	0,0032	0,0023	0,0032	0,03
Agua y alcantarillado	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
Yodo	0,17	0,0039	0,17	0,35
Anti-apelmazante	0,09	0,06	0,09	0,18
Bolsa polietileno	0,07	0,07	0,07	0,00
Empaque	0,08	0,08	0,08	0,50
Costo unitario	2,83	1,59	2,83	5,97
Precio de venta	4,70	3,60	6,00	6,50
Utilidad por paquete	1,87	2,01	3,17	0,53

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Para el cálculo de la utilidad del producto (sal yodada de mesa), se tendrá en cuentas los gastos realizados por el mantenimiento y gastos dentro de la empresa gastos administrativos, personal, etc.

En el cálculo mostrado a continuación muestra la utilidad total en la empresa Kar & Ma SAC, la cual se ve afectada por los costos directos, indirectos, otros gastos y por el costo del mantenimiento correctivo realizado.

$$\text{Utilidad total} = \text{Utilidad} - \text{Costo de Mantto.} - \text{Costos Adm.} - \text{Costo de mano de obra} - \text{Otros gastos}$$

$$\text{Utilidad total} = \text{S/. } 704\,453,76 - \text{S/. } 42\,782 - \text{S/. } 6\,250 - \text{S/. } 21\,188,60 - \text{S/. } 50\,000$$

$$\text{Utilidad total} = \text{S/. } 584\,233,16 \text{ soles}$$

3.11.2. Producción actual.

La empresa actualmente produce diario 32 111 kg (Ver Tabla N° 12), esto equivale a unidades de sacos de 24 kg, y 50 kg, 1 164 sacos/día. Sin embargo su producción óptima es de 38 000 kg/día sin considerar pérdidas ocasionadas por las paradas.

Tabla N° 54. Cantidad de producto diario producido actual.

Código	Producto	Paquetes (actual)
A	Sal Costeñita de 1 kg aprox.	335 unid/día
B	Sal Costeñita de $\frac{3}{4}$ kg aprox.	335 unid/día
C	Sal Pirámide de 1 kg aprox.	335 unid/día
D	Sal Marrón de 50 kg	159 unid/día
Total de unidades producidas		1 164 unid/día

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Con los datos de la Tabla N° 54, se calculó las pérdidas monetarias ocasionadas por las paradas en producción debido al mantenimiento correctivo, gastos administrativos, sueldo, etc.

A. Presentación Sal Costeñita de un 1kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Costeñita de 1 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 4,70 soles, siendo su costo de producción de S/. 2,83 soles, por ende se tienen una utilidad de S/.1,87 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Costeñita de un 1kg aproximadamente sabiendo que la producción por hora en unidades (sacos) es de:

$$335 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,340 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce sal Costeñita de un 1kg aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 104,40 Soles/hora.

$$55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.1,87 = S/.104,40 \text{ soles/hora}$$

En la empresa se tiene un tiempo muerto de 2 horas por paradas no programadas y tiempo ocioso de máquinas lo que genera una pérdida de S/. 208,80, para mayor detalle se muestran el cálculo siguiente:

Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.208,80 \times 72 \text{ dias año} = S/.15\ 033,6 \text{ anuales}$$

Este cálculo se realizó con los datos de la empresa, se trabaja 6 días laborales a la semana (tiempo muerto de 2 horas/diarias), el tiempo que se pierde en producción genera una pérdida de S/. 15 033,6 anuales. Entonces, si la empresa deja de producir una hora, esta pierde una utilidad de 104,40 soles/hora en la presentación Sal Costeñita de un 1 kg aproximadamente.

B. Presentación Sal Costeñita de un $\frac{3}{4}$ kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Costeñita de $\frac{3}{4}$ kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 1,59 soles, y el precio de venta de S/. 3,6 soles esto genera una utilidad de S/. 2,01 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Costeñita de $\frac{3}{4}$ kg aproximadamente sabiendo que la producción por hora en unidades (sacos) es de:

$$335 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\ 340 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce sal Costeñita de un $\frac{3}{4}$ kg aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 112,22 Soles/hora.

$$55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.2,01 = S/.112,22 \text{ hora}$$

En la empresa se tiene un tiempo muerto de 2 horas por paradas por mantenimiento y tiempo ocioso de máquinas lo que genera una pérdida de S/. 224,44, para mayor detalle se muestran el cálculo siguiente:

Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.224,44 \times 72 \text{ dias año} = S/.16\ 159,68 \text{ anuales}$$

Este cálculo se realizó con los datos de la empresa, se trabaja 6 días laborales a la semana (tiempo muerto de 2 horas/diarias), el tiempo que se pierde en producción genera una pérdida de S/. 16 159,68 soles anuales. Entonces, si la empresa deja de

producir una hora, esta pierde una utilidad de S/. 112,22 soles/hora en la presentación Sal Costeñita de 3/4 kg aproximadamente.

C. Presentación Sal Pirámide de un 1 kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 2,83 soles, y el precio de venta de S/.6 soles esto genera una utilidad de S/. 3,17 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente, sabiendo que la producción por hora en unidades (sacos) es de:

$$335 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,340 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 176,98 Soles/hora.

$$55,83 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/. 3,17 = S/. 176,98 \text{ soles/hora}$$

En la empresa se tiene un tiempo muerto de 2 horas por paradas por mantenimiento y tiempo ocioso de máquinas lo que genera una pérdida de S/. 353,96 soles, para mayor detalle se muestran el cálculo siguiente:

Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/. 353,96 \times 72 \text{ días año} = S/. 25\,485,12 \text{ anuales}$$

Este cálculo se realizó con los datos de la empresa, se trabaja 6 días laborales a la semana (tiempo muerto de 2 horas/diarias), el tiempo que se pierde en producción genera una pérdida de S/. 25 485,12 soles anuales. Entonces, si la empresa deja de producir una hora, esta pierde una utilidad de S/. 176,98 soles/hora en la presentación Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente.

D. Presentación Sal Marrón de 50 kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 50 kg, cuyo valor es de S/. 5,97 soles, y el precio de venta es de S/. 6,50 soles esto genera una utilidad de S/. 0,53. Calculo de la cantidad producida diaria.

Calculando la producción diaria de la Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente.

$$159 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 26,5 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,325 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 14,05 Soles/hora.

$$26,5 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/. 0,53 = S/. 14,05 \text{ soles/hora}$$

En la empresa se tiene un tiempo muerto de 2 horas por paradas por mantenimiento y tiempo ocioso de máquinas lo que genera una pérdida de S/. 14,05 soles, para mayor detalle se muestran el cálculo siguiente:

Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/. 14,05 \times 72 \text{ dias año} = S/. 1 011,60 \text{ anuales}$$

Este cálculo se realizó con los datos de la empresa, se trabaja 6 días laborales a la semana (tiempo muerto de 2 horas/diarias), el tiempo que se pierde en producción genera una pérdida de S/. 1 011,60 soles anuales. Entonces, si la empresa deja de producir una hora, esta pierde una utilidad de S/. 14,05 soles/hora en la presentación Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente.

Nota: Este tipo de sal se produce en menor cantidad por su poca utilidad.

3.11.3. Producción con mejora.

La empresa actualmente produce diario 32 111 kg (Ver Tabla N° 12), esto equivale a unidades de sacos de 24 kg, y 50 kg 1 164 sacos/día. Con la aplicación del mantenimiento preventivo la producción de sal se incrementaría a 1 355 sacos/día reduciendo el tiempo de mantenimiento en un 50% de 2 horas a 1 hora diaria, esto aumenta la producción a 194 sacos/día.

En la Tabla N° 55, se muestran las cantidades de productos diario producido.

Tabla N° 55. Cantidad de producto diario producido con mejora.

Código	Producto	Paquetes (mejora)
A	Sal Costeñita de 1 kg aprox.	390 unid/día
B	Sal Costeñita de ¾ kg aprox.	390 unid/día
C	Sal Pirámide de 1 kg aprox.	390 unid/día
D	Sal Marrón de 50 kg	185 unid/día
Total de unidades producidas		1 355 unid/día

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

A. Presentación Sal Costeñita de un 1kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Costeñita de 1 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 4,70 soles, siendo su costo de producción de S/. 2,73 soles, por ende se tienen una utilidad de S/.1,97 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Costeñita de un 1kg aproximadamente

$$390 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,560 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce sal Costeñita de un 1kg aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 128,05 Soles/hora.

$$65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.1,97 = S/.128,05 \text{ soles/hora}$$

Con el mantenimiento preventivo la empresa reduce su tiempo muerto de 2 horas a 1 hora por mantenimiento de máquinas, reduciendo por ende también la perdida en las utilidades. Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.128,05 \times 36 \text{ dias año} = S/.4\,609,80 \text{ anuales}$$

B. Presentación Sal Costeñita de un ¾ kg aproximadamente.

Si la empresa elaborará solamente “Sal Costeñita de ¾ kg Aproximadamente” se toma el precio de producción de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 1,49 soles, y el precio de venta de S/. 3,60 soles esto genera una utilidad de S/. 2,11 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Costeñita de un ¾ kg aproximadamente

$$390 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,560 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce sal Costeñita de un ¾ kg aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 137,15 Soles/hora.

$$65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.2,11 = S/.137,15 \text{ soles/hora}$$

Como se mencionó anteriormente, con el mantenimiento preventivo la empresa reduce su tiempo muerto de 2 horas a 1 hora por mantenimiento de máquinas, reduciendo por ende también la perdida en las utilidades. Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.137,15 \times 36 \text{ dias año} = S/.4\,937,40 \text{ anuales}$$

C. Presentación Sal Pirámide de un 1 kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 24 kg, cuyo valor es de S/. 2,73 soles, y el precio de venta de S/.6 soles esto genera una utilidad de S/. 3,27 soles.

Calculando la producción diaria de la Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente.

$$390 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,560 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce Sal Pirámide de un 1 kg Aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 212,55 Soles/hora.

$$65 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.3,27 = S/.212,55 \text{ soles/hora}$$

Como se mencionó anteriormente, con el mantenimiento preventivo la empresa reduce su tiempo muerto de 2 horas a 1 hora por mantenimiento de máquinas, reduciendo por ende también la pérdida en las utilidades. Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.212,55 \times 36 \text{ días año} = S/.7\,651,80 \text{ anuales}$$

D. Presentación Sal Marrón de 50 kg aproximadamente.

Si la empresa elaborar solamente “Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente” se toma el precio de venta de un saco de 50 kg, cuyo valor es de S/. 5,87 soles, y el precio de venta es de S/. 6,50 soles esto genera una utilidad de S/. 0,63. Calculo de la cantidad producida diaria.

Calculando la producción diaria de la Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente.

$$185 \frac{\text{sacos}}{\text{día}} \times \frac{\text{día}}{6 \text{ horas}} = 30 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \approx 1\,500 \frac{\text{kg}}{\text{hora}}$$

Entonces: cuando la empresa produce Sal Marrón de 50 kg Aproximadamente, esta genera una utilidad de S/. 18,90 Soles/hora.

$$30 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}} \times S/.0,63 = S/.18,90 \text{ soles/hora}$$

Como se mencionó anteriormente, con el mantenimiento preventivo la empresa reduce su tiempo muerto de 2 horas a 1 hora por mantenimiento de máquinas, reduciendo por ende también la pérdida en las utilidades. Esto quiere decir que la empresa anualmente pierde

$$S/.18,90 \times 36 \text{ días año} = S/.680,40 \text{ anuales}$$

3.11.4. Costos de producción con mejora.

La utilidad del producto, está dada por el precio de venta menos el costo de producción.

En la venta del producto la empresa tiene un ingreso de S/. 1 952 496 soles anuales menos el costo de producción que es S/. 1 093 377,60 soles anuales, da como resultado una utilidad bruta de S/. 859 118,40 soles anuales. En la Tabla N° 56, se muestra la utilidad bruta anual con mejora.

Tabla N° 56. Utilidad bruta anual con mejora.

Costo de producción de los productos (Anual)				
Recursos	Paq. 24 unid	Paq. 32 unid	Paq. 24 unid	Marrón 50 kg
	Costeñita 1kg	Costeñita 3/4 kg	Sal Pirámide 1kg	
Costos de producción				
Producción	112 320 sacos	112 320 sacos	112 320 sacos	53 280 sacos
Costos	S/. 306 633,60	S/. 167 356,80	S/. 306 633,60	S/. 312 753,6
TOTAL	S/. 1 093 377,60 Soles			
Costos de ventas				
Precio	S/. 527 904	S/. 404 352	S/. 673 920	S/. 346 320
TOTAL	S/. 1 952 496 Soles			
Utilidad total	S/. 859 118,40 Soles			

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Analizando el impacto económico en el costo de la producción se pudo identificar que en las 4 presentaciones de sal de mesa yodada con las mejoras, la empresa reduciría por unidad producida S/. 0,10 esto debido a la reducción del costo de mantenimiento. En la Tabla N° 57, con el costo de cada uno de los productos (Costeñita, Pirámide y Marrón) se realizó el cálculo de los costos de producción y el ingreso total por venta. Para el cálculo de la utilidad del producto (sal yodada de mesa), se tendrá en cuentas los gastos realizados por el mantenimiento y gastos dentro de la empresa gastos administrativos, personal, etc.

Tabla N° 57. Costo de producción con mejora.

Costo de producción de los productos de Kar & Ma SAC				
Recursos	Paq. 24 unid	Paq. 32 unid	paq. 24 unid	Marrón 50 kg
	Costeñita 1 kg	Costeñita 3/4 kg	Sal Pirámide 1kg	
Materia prima	1,71	1,71	1,71	3,55
Mano de obra	0,02	0,02	0,02	0,10
Suministros	0,41	0,22	0,41	1,03
Mantenimiento	0,10	0,10	0,10	0,10
Combustible - Gas	0,07	0,07	0,07	0,10
Energía eléctrica	0,0032	0,0023	0,0032	0,03
Agua y alcantarillado	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002
Yodo	0,17	0,0039	0,17	0,35
Anti-apelmazante	0,09	0,06	0,09	0,18
Bolsa polietileno	0,07	0,07	0,07	0,00
Empaque	0,08	0,08	0,08	0,50
Costo unitario	2,73	1,49	2,73	5,87
Precio de venta	4,70	3,60	6,00	6,50
Utilidad por paquete	1,97	2,11	3,27	0,63

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En el cálculo mostrado a continuación muestra la utilidad total en la empresa Kar & Ma S.A.C., la cual se ve afectada por los costos directos, indirectos, otros gastos y por el costo del mantenimiento correctivo realizado.

Utilidad total = Utilidad – Costo de Mantto. – Costos Adm. – Costo de mano de obra –
Otros gastos

Utilidad total = S/. 859 118,40 - S/. 42 782 - S/. 6 250 - S/. 21 188,60 - S/. 50 000

Utilidad total = S/. 738 897,80 soles

a) Disponibilidad media de la planta.

Para el nuevo indicador de la disponibilidad media de la planta se estimó con el nuevo tiempo muerto de 3 312 segundos esto disminuye gracias a las mejoras propuestas, dando como resultado un 76% (13% más del actual 63%).

$$Disponibilidad = \frac{28\,800 - (3\,600 + 3\,312)}{28\,800} = 0,76 = 76\%$$

b) Eficiencia de la línea.

La eficiencia de la línea aumentado en un 5% más de la actual dando como resultado el 80%, esto gracias a la implementación de los planes de mejora y la organización de los trabajos de la empresa.

c) Eficiencia de la línea de producción.

El nuevo indicado de la eficiencia de producción es del 98,20%, con la aplicación de los planes de mejora se ha mejorado en las pérdidas, los tiempos detenidos por mantenimiento y pérdidas en la producción han disminuido, aumentaron la eficiencia.

A continuación se detalla el cálculo.

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Producción\ esperada} \times 100 = \frac{37\,330,00}{38\,000,00} \times 100 = 98,20\%$$

d) Beneficios de las mejoras.

En la Tabla N° 58, se muestra un cuadro comparativo de los indicadores antes y después de la mejora, estos indicadores muestran que la producción se va a mantener en 5 351,8 kg/hora, la reducción del tiempo muerto es de 3 312 segundos, esto aumentaría la producción diaria de 1 061,00 a 1 355,00 unid de 24 kg y 50 kg, se estima una reducción de 1 hora del tiempo muerto. Con respecto a la eficiencia esta aumentara de 75 a 80 %, la productividad de la empresa aumentara un 14% más por las unidades producidas.

Tabla N° 58. Nuevos indicadores.

Indicadores	Antes	Después	Unid
Producción	32 111,80	37 330	Kg/hora
Producción diaria	1 061,00	1 355,00	Unid/hora
Ciclo	21,60	21,60	s/unid
Tiempo muerto	6 912,00	3 312,00	s
Tiempo disponible	8	8	horas
Paros programados	3 600	3 600	s
Tiempo operativo	25 488	25 488	s
Eficiencia	75	80	%
Productividad de materia prima	84,50	98,20	%
Productividad de recursos humanos	1 142,85	1 142,85	kg/op*día
Productividad económica	15,91	15,91	kg/h
Capacidad utilizada	63	76	%
Eficiencia económica	1,43	3,98	Soles
N° de maquinaria	8	3	Unid

Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 59. Cuadro Comparativo de producción (Antes y después de la Mejora).

Código	Producto	Paquetes (mejora)	Paquetes (actual)
A	Sal Costeñita de 1 kg aprox.	390 unid/día	335 unid/día
B	Sal Costeñita de ¾ kg aprox.	390 unid/día	335 unid/día
C	Sal Pirámide de 1 kg aprox.	390 unid/día	335 unid/día
D	Sal Marrón de 50 kg	185 unid/día	159 unid/día
Total de unidades producidas		1 355 unid/día	1 164 unid/día
Aumento de la producción con proyecto		191 unidades mas	

Elaboración propia, 2013.

e) Beneficios obtenidos con la mejora.

En la Tabla N° 60, se muestran el beneficio obtenido de la mejora, esto se evidencia en la producción actual de 335 232 unidades anuales y la producción anual con la propuesta de mejora de 390 240 unidades anuales. En el cuadro se aprecia mejor el beneficio obtenido.

Tabla N° 60. Beneficios obtenidos con la mejora.

Descripción	Situación sin proyecto (A)	Situación con proyecto (B)	B-A S/.	
Utilidades	S/. 584 233,16	S/. 738 897,80	S/. 154 664,64	
Costos de la producción sin mejora				
	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4
Costo	S/. 2,83	S/. 1,59	S/. 2,83	S/. 5,97
Utilidad	S/. 1,87	S/. 2,11	S/. 3,17	S/. 0,53
Costos de la producción con mejora				
	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 5
Costo	S/. 2,73	S/. 1,49	S/. 2,73	S/. 5,87
Utilidad	S/. 1,97	S/. 2,21	S/. 3,27	S/. 0,63

Fuente: Elaboración propia, 2013.

3.12. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

3.12.1. Presupuesto de ingresos sin mejora

El presupuesto de ingresos se realizó en base al pronóstico de ventas de sal brindada por la empresa para los siguientes 5 años. Los datos se muestran en la tabla N° 61.

Tabla N° 61, Presupuesto de ingresos total de la empresa.

PROGRAMA DE VENTAS PROYECTADO (SIN MEJORA)		
Producto:	Sal mesa yodada	
Periodo	Unidades Vendidas	Ingresos S/.
AÑO 1	422 299	2 195 954
AÑO 2	435 827	2 266 300
AÑO 3	449 355	2 336 646
AÑO 4	462 883	2 406 992
AÑO 5	476 411	2 477 338

Fuente: Elaboración propia, 2013.

La tabla N° 61 muestra las ventas totales pronosticadas de la empresa sin embargo para saber las unidades exactas de cada tipo de sal que producen se tendrán en cuenta los índices de producción: Costeñita 1 kg = 0,288, Costeñita 3/4 kg= 0,288, Sal Pirámide 1kg= 0,288 y Marrón 50 kg= 0,137.

3.12.2. Presupuesto de ingresos con mejora

Para calcular el presupuesto de ingresos de la empresa teniendo en cuenta las mejoras a instalar, será necesario considerar las unidades que se incrementaran con su aplicación calculada en la tabla N° 59 además del índice de producción y los días útiles al año de la empresa.

Tabla N° 62 Cuadro Comparativo de producción (Antes y después de la Mejora)

Cuadro Comparativo de producción (Antes y después de la Mejora)			
con mejora (und)	sin mejora (und)	Incremento por mejora (und)	Incremento Anual (und)
390	335	55	15840
390	335	55	15840
390	335	55	15840
185	159	26	7488
TOTAL		191 unid/día	55008 unid/año

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 63 Proyección de unidades vendidas (con mejora)

PROYECCIÓN DE UNIDADES VENDIDAS (CON MEJORA)			
Periodo	Unidades Proyectadas s/mejora	Incremento c/mejora	Total Unid.
AÑO 1	422 299	55008	477 307,00
AÑO 2	435 827	55008	490 835,00
AÑO 3	449 355	55008	504 363,00
AÑO 4	462 883	55008	517 891,00
AÑO 5	476 411	55008	531 419,00

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 64 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 1

Unidades totales vendidas (año 1)				477 307,00	
Costeñita 1 kg	477 307,00	0,288	137 369,28	4,7	645 635,63
Costeñita 3/4 kg	477 307,00	0,288	137 369,28	3,6	494 529,42
Sal Pirámide 1kg	477 307,00	0,288	137 369,28	6	824 215,69
Marrón 50 kg	477 307,00	0,137	65 199,15	6,5	423 794,49
TOTAL INGRESO AÑO 1					2 388 175,23

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 65 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 2

Unidades totales vendidas (año 2)				490 835,00	
Costeñita 1 kg	490 835,00	0,288	141 262,65	4,7	663 934,46
Costeñita 3/4 kg	490 835,00	0,288	141 262,65	3,6	508 545,54
Sal Pirámide 1kg	490 835,00	0,288	141 262,65	6	847 575,90
Marrón 50 kg	490 835,00	0,137	67 047,05	6,5	435 805,82
TOTAL INGRESO AÑO 2					2 455 861,72

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 66 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 3

Unidades totales vendidas (año 3)				504 363,00	
Costeñita 1 kg	504 363,00	0,288	145 156,018	4,7	682 233,28
Costeñita 3/4 kg	504 363,00	0,288	145 156,018	3,6	522 561,66
Sal Pirámide 1kg	504 363,00	0,288	145 156,018	6	870 936,11
Marrón 50 kg	504 363,00	0,137	68 894,946	6,5	447 817,15
TOTAL INGRESO AÑO 3					2 523 548,21

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 67 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 4

Unidades totales vendidas (año 4)				517 891,00	
Costeñita 1 kg	517 891,00	0,288	149 049,38	4,7	700 532,11
Costeñita 3/4 kg	517 891,00	0,288	149 049,38	3,6	536 577,79
Sal Pirámide 1kg	517 891,00	0,288	149 049,38	6	894 296,31
Marrón 50 kg	517 891,00	0,137	70 742,84	6,5	459 828,48
TOTAL INGRESO AÑO 4					2 591 234,69

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 68 Cálculo de ingreso en soles (con mejora) para el año 5

Unidades totales vendidas (año 5)				531 419,00	
Costeñita 1 kg	531 419,00	0,288	152 942,75	4,7	718 830,94
Costeñita 3/4 kg	531 419,00	0,288	152 942,75	3,6	550 593,91
Sal Pirámide 1kg	531 419,00	0,288	152 942,75	6	917 656,52
Marrón 50 kg	531 419,00	0,137	72 590,74	6,5	471 839,81
TOTAL INGRESO AÑO 5					2 658 921,18

Fuente: Elaboración propia, 2013.

Tabla N° 69 Programa de ventas proyectado (con mejora)

PROGRAMA DE VENTAS PROYECTADO (CON MEJORA)		
Periodo	Proyección de unidades vendidas	Ingreso (S/.)
AÑO 1	477 307,00	2 388 175,23
AÑO 2	490 835,00	2 455 861,72
AÑO 3	504 363,00	2 523 548,21
AÑO 4	517 891,00	2 591 234,69
AÑO 5	531 419,00	2 658 921,18

Fuente: Elaboración propia, 2013.

3.12.3. Costos del proyecto

a. Costo variable unitario

En la Tabla N° 70, se muestra los costos unitarios de producción sin mejora y con mejora anteriormente calculados en las tablas N° 54 y 58, los cuales están divididos en costos de materiales directos y costos de materiales indirectos.

Tabla N° 70. Costo unitario de producción

Productos de Kar & Ma SAC	SIN MEJORA	CON MEJORA
Costeñita 1 kg	2,83	2,73
Costeñita 3/4 kg	1,59	1,49
Sal Pirámide 1kg	2,83	2,73
Marrón 50 kg	5,97	5,87

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

b. Costos salarios

Dentro de los costos de producción, también se consideran los costos por los salarios de los trabajadores. Se tomó un beneficio de solo el 51% por el seguro contra riesgos. La Tabla N° 71, muestra un total de S/. 424 373,30 al año que recibirán los operarios en base a la propuesta de mejora.

Tabla N° 71. Costos de los salarios.

SALARIOS ANUAL EN S/.					
Cargo	Cantidad	Salario Mensual S/.	Beneficios 51%	Sub Total Mensual	TOTAL
Operarios	38	616,32	314,32	930,64	424 373,30
TOTAL					424 373,30

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

c. Costos de equipos de producción

Finalmente, se considera la cantidad y costos de los equipos propuestos del plan de mejora, los cuales se detallan en la Tabla N° 72, Los costos de los equipos son S/. 62 951,00.

Tabla N° 72. Costos de los equipos.

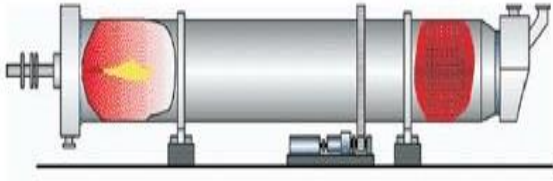
MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN			
Descripción	Unidades	Valor Unitario S/.	VALOR TOTAL S/.
Molino de martillos	1	10 640,00	10 640,00
Tamizadora	1	9 800,00	9 800,00
Faja transportadora Z	1	5 012,00	5 012,00
Faja transportadora horizontal	1	5 180,00	5 180,00
Secador industrial	1	32 319,00	32 319,00
TOTAL			62 951,00

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

En el análisis de criticidad mostrada en la Tabla N° 41, se puede observar que maquinas necesitan de una mejora o cambio ya que cuentan con una alta criticidad, por lo que es necesario el cambio de las siguientes maquina: molino, secadores y la adquisición de una fajas trasportadoras inclinada para la alimentación del nuevo secador.

Tabla N° 73. Características del secador industrial.


Secador eléctrico de sal	
Modelo	Hongke
Procedencia	China
Precio	S/. 32 319,00
Rpm	20 rpm
Material	Acero inox
Capacidad	80 t/h



Fuente: Alibaba.com

Tabla N° 74. Características de la faja transportadora horizontal.


Faja trasportadora			
Modelo	Plana	Precio	S/. 5 180,00
Procedencia	Lima	Rpm	20 rpm
Material	Acero inox	Capacidad	20 t/h
Vida útil 15 años considerando la aplicación de un mantenimiento adecuado.			
Limpieza diaria de la estructura. Pintado de la estructura con esmalte epóxido cada 6 meses.			



Fuente: Alibaba.com

Tabla N° 75. Características de la faja Z.

Faja trasportadora			
Modelo	Plana	Precio	S/. 5 012,00
Procedencia	Lima – Rímac	Rpm	30 rpm
Material	Acero inox	Capacidad	20 t/h
No esforzar la máquina más la capacidad.			
Vida útil 15 años considerando la aplicación de un mantenimiento adecuado de lo contrario esto podría reducirse a 5 años por depreciación acelerada.			
Limpieza diaria de la estructura. Pintado de la estructura con esmalte epóxido cada 6 meses.			



Fuente: Alibaba.com

El uso de las nuevas máquinas propuestas seguirá siendo usado por los mismos trabajadores, antes se le capacitara en su uso y su funcionamiento de ellas.

d. Gastos generales

En la Tabla N° 76, se muestra los gastos generales. Estos gastos no están relacionados directamente con la producción, sino son generados de una forma habitual y reflejan el gasto que tendrá que realizar para el aumento de su producción.

Tabla N° 76. Gastos generales.

GASTOS GENERALES				
Descripción	Unidad	Precio S/.	consumo	Total
Energía	kW/h	0,72	3 666	2 639,52
Agua	m ³	0,573	1 000	573
Comunicaciones				5 330
Honorarios				2 500
Gastos administrativos				1 152
TOTAL (anual)				146 334,24

Fuente: KAR & MA SAC, 2013.

Tabla N° 77. Costos por realización de la inversión.

Costo del proyecto	
Descripción	Importe (S/.)
Internet	S/. 150
Útiles de escritorio	S/. 120
Comunicación	S/. 50
Pasajes	S/. 300
Total	S/. 620

Fuente: Elaboración propia

3.12.4. Evaluación económica-financiera

En la evaluación económica- financiera podremos observar si es factible poner en marcha lo propuesto. Esto se calculara aplicando el método de financiamiento incremental en donde se comparará los ingresos y egresos de la empresa con y sin mejora, y podremos observar si el proyecto genera beneficio a la misma. Con este método se podrá calcular el VAN, el TIR, además de la relación costo beneficio.

Tabla N° 78. Cálculo del VAN Y TIR.

DESCRIPCIÓN	PERIODO					
	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
SIN PROYECTO						
1. INGRESOS						
1.1 Producción		422 299,00	435 827,00	449 355,00	462 883,00	476 411,00
1.2 Ingresos		2 195 954,00	2 266 300,00	2 336 646,00	2 406 992,00	2 477 338,00
TOTAL INGRESOS ANUALES		2 195 954,00	2 266 300,00	2 336 646,00	2 406 992,00	2 477 338,00
2. EGRESOS						
2.1 Costos Totales		1 225 530,56	1 264 789,42	1 304 048,28	1 343 307,14	1 382 566,00
TOTAL EGRESOS ANUALES		1 225 530,56	1 264 789,42	1 304 048,28	1 343 307,14	1 382 566,00
Flujo		970 423,44	1 001 510,58	1 032 597,72	1 063 684,86	1 094 772,00
CON PROYECTO						
1. INVERSIÓN INICIAL						
1.1 Maquinaria de producción	62 951,00					
1.2 Capacitación del personal	2 000,00					
1.3 Flete de transporte	1 405,00					
1.4 Costo de instalación de las maquinarias	12 590,20					
1.5 Equipos de oficina	1 152,00					
TOTAL DE INVERSIÓN INICIAL	80 098,20					
2. INGRESOS						
2.1 Producción		477 307,00	490 835,00	504 363,00	517 891,00	531 419,00
2.2 Ingresos		2 388 175,23	2 455 861,72	2 523 548,21	2 591 234,69	2 658 921,18
TOTAL INGRESOS ANUALES		2 388 175,23	2 455 861,72	2 523 548,21	2 591 234,69	2 658 921,18
3. EGRESOS						
3.1 Egresos de producción		1 337 435,54	1 375 341,60	1 413 247,66	1 451 153,72	1 489 059,78
TOTAL EGRESOS ANUALES		1 337 435,54	1 375 341,60	1 413 247,66	1 451 153,72	1 489 059,78
Flujo	-80 098,20	1 050 739,69	1 080 520,12	1 110 300,55	1 140 080,98	1 169 861,40
PROYECTO INCREMENTAL	S/. -80 098,20	S/. 80 316,26	S/. 79 009,54	S/. 77 702,83	S/. 76 396,12	S/. 75 089,41

TASA DE ACTUALIZACIÓN	10%
VAN=	S/. 215 397,21
TIR=	95%
B/C=	1,79

CONCLUSIONES

- El diagnóstico de la situación actual de la línea de producción y al área de mantenimiento, determina que las causas principales del problema en la disminución de la producción (menos unidades producidas), se debe al tiempo empleado en el mantenimiento por falla de la máquina, considerado como tiempo muerto la mano de obra y máquina de 2 horas/día. Se comprobó que el costo de la producción era afectado en S/. 154 664,64 Soles anuales debido a las horas perdidas por mantenimiento correctivo, lo que con la mejora propuesta (aplicación de mantenimiento preventivo) mejoramos.
- El plan de mejora realizado para el mantenimiento de las maquinarias de la línea de producción de sal de mesa e industrial permite reducir el tiempo muerto por paradas a un 12,5%, esta reducción que influye en las utilidades netas por producto vendido. La inversión realizada en la compra de la nueva maquinaria y la implementación de las mejoras es de S/. 80 098,20 nuevos soles, inversión que se recuperará en un plazo de un año.
- En el aspecto económico la aplicación de un mantenimiento correctivo resultó ser favorable para la empresa procesadora de sal, debido al impacto positivo que genera, logrando una disminución en los costos de producción de S/. 0,10 soles por paquete producido, esto a causa de la reducción de los costos de reparación, de sus tiempos muertos, de la carga de trabajo que trae consigo la reducción de personal en el área de mantenimiento lo que conlleva a la reducción de costos. Al lograr una reducción en los tiempos muertos logramos obtener tiempo libre para seguir produciendo lo que nos conllevaría a aumentar la productividad de la empresa Cabe recalcar que con el tipo de mantenimiento que ponía en marcha la empresa (mantenimiento correctivo) se producían pérdidas económicas, estas pérdidas se cuantificaron dando como resultado S/. 0,20 Soles por paquete producido.
- En el análisis de costo beneficio podemos apreciar que con la instalación de un buen mantenimiento, en este caso el mantenimiento preventivo podemos lograr además de una reducción de sus costos mayor eficiencia en la producción y disminución de sus tiempos muertos, logrando un beneficio de 50 %, aumentando la producción en un 21,9 %.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. Torres, R. y Magaña, D. “Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad”, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. Ciencia y Tecnología 790, México 2010. Se encuentra en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48215094003>
- Boucly, F. Gestión del mantenimiento, asociación española de normalización y certificación (AENOR), España- Madrid ,1998. Se encuentra en http://books.google.com.pe/books?id=zyYz3HkcdXoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Bliss Industries, “Metodología Análisis de Criticidad”. Guía de aprendizaje sistema de confiabilidad operacional. Disponible en http://aprendizajevirtual.pemex.com/nuevo/guias_pdf/Guia_SCO_Analisis_Criticidad.pdf
- Carabajo, J y Solano, E. “Diseño de un plan de mantenimiento en el área de construcción de llantas radiales primera y segunda etapa de la compañía ecuatoriana del caucho S.A. mediante la estrategia RCM (REALIABILITY CENTERED MAINTENANCE)”, publicación de la Universidad Politécnica Salesiana, (Ecuador junio 2008), 227 pág. Disponible en
- Días, J. “Técnicas De Mantenimiento Industrial”, libro publicado por la Escuela Politécnica Superior – Algeciras Universidad De Cádiz (Colombia agosto 2004)246 pág. 3. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/145762614/74732369-Tecnicas-de-Mantenimiento-Industrial>
- Gangi, S. Ingaramo, R. Sastre, J. y Pontelli, D. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad: Ejemplo de Aplicación en una Industria Farmacéutica. XXXIV <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1682/15/UPS-CT002211.pdf>
- Jornadas Iram-Universidades y XXI Foro Unilab, 2012. Se encuentra en <http://www.fices.unsl.edu.ar/~uniram/trabajos/130%20-MANTENIMIENTO%20CENTRADO%20EN%20LA%20CONFIABILIDAD%20%20E>
- Navarro, L. y otros. “Gestión integral del mantedamiento”, Marcombo S.A., Barcelona España. Pg. 5-6 1998. Se encuentra en http://books.google.com.pe/books?id=zyYz3HkcdXoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Olarte, W. Botero, M. y Cañon, B. Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción, Scientia et Technica Año XVI, No 44, Abril de 2010. Universidad Tecnológica de Pereira. 2010.
- Padilla, C. “Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de cañar”, publicación de la

Universidad Politécnica Salesiana, (Ecuador junio 2012), 214 pág. 26. Disponible en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3268/1/UPS-CT002531.pdf>

- Padilla, E. “Los Sistemas De Mantenimiento”, artículo de investigación de la Universidad Rafael Landívar, (Guatemala Marzo 2011) 1- 14. Disponible en http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_06_IND01.pdf
- Pascual, R. “Gestión moderna del mantenimiento”. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Chile 2011. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/65240309/Gestion-Moderna-Del-Mantenimiento>
- Raouf, D. “Sistema de mantenimiento planeación y control”. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México, D.F. pg. 404. Disponible en http://es.scribd.com/doc/39849085/Sistemas-de-Mantenimiento-Duffua-y-Otros_
- Sinais Ingeniería De Mantenimiento, “Tendencias actuales del Mantenimiento Industrial”, artículo de investigación de la empresa Sinais (España Febrero 2011) 1- 4, disponible en <http://www.sinais.es/Recursos/Mantenimiento/Tendencias-actuales/tendencias-actuales.html>
- Tarantino, R. y Aranguren, S. “Plan de mantenimiento aplicado a la instrumentación de calderas de alta presión”, Instituto de Investigación y Desarrollo de Tecnología Aplicada, Colombia 2005. Se encuentra en http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_40/recursos/01_general/revista_5/13102011/06.pdf
- Valdivieso, JC. “Costo de Mantenimiento”, publicación de la Universidad Politécnica Salesiana, (Ecuador Febrero del 2011). Disponible en <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/831/5/CAPITULO%204.pdf>

Anexos

Anexo N° 01. Resultados de la lista de control.

1	Organigrama y personal	SI	Intermedio	NO	OBSERVACIONES
1.1.	¿La empresa cuenta con un organigrama?	X			La empresa posee estructura organizacional definida.
1.2	¿Existe el cargo de gerente (o encargado de mantenimiento)?	X			La empresa posee un jefe de mantenimiento
1.3	¿Qué nivel jerárquico o de toma de decisiones tiene el encargado de mantenimiento dentro del organigrama (si es que existe el cargo u organigrama)?		X		Dentro de la empresa, el jefe de mantenimiento posee igual nivel jerárquico que el jefe de producción y depende directamente de la gerencia. Su trabajo necesita la concertación del jefe de línea por lo que no puede parar la producción en el momento hasta que se estime conveniente.
1.4	¿Posee una diferenciación de operarios (ya sea por su conocimiento, preparación, experiencia, etc.)?		X		La única diferenciación que poseen entre empleados no gerenciales es la de supervisión y operarios. Esta distinción se realiza en base al conocimiento y experiencia personal.
1.5	Cada trabajador posee una descripción clara y por escrito en la cual se presenten las limitaciones y responsabilidades de su cargo?	X			Los empleados cuentan con esta descripción por escrito pero esta no se les da. En el momento de su contratación se lleva a cabo una explicación verbal del cargo a desempeñar, se le hace saber sus responsabilidades y deberes dentro de la empresa pero de manera muy general. En el transcurso del tiempo los trabajadores tienen claras sus responsabilidades.
1.6	¿Se revisa la calidad del trabajo de mantenimiento?			X	No se revisa la calidad del trabajo de mantenimiento. Cuando actividades de esta índole son realizadas, se asume que el trabajo está bien hecho. Se confía en la experiencia de que poseen los operarios.
2	Productividad de la mano de obra	Si	Intermedio	No	Observaciones
2.1.	Existe algún método de evaluación del rendimiento de los operarios	X			La eficiencia de la mano de obra no es medida individualmente. Se realiza una grupal como miembros de una línea de producción. El rendimiento de una línea se cuantifica a través de la producción lograda en los tiempos estipulados.

2.2	¿Posee tiempos estándares de la realización de trabajos?			X	Para la realización de los trabajadores de mantenimiento o producción, no se cuenta con ningún parámetro de tiempo estándar de comparación. El máximo tiempo disponible para realizar un trabajo es función de la demanda semanal del producto.
2.3	¿Existe control sobre el tiempo real que se utilizado en los trabajos?			X	La obtención del producto terminado solo es almacenado y no se tiene encuentra el tiempo que demora el proceso.
2.4	¿Realiza revisiones de los trabajos pendientes de los trabajadores?		X		Los trabajos pendientes no son monitoreados constantemente.
2.5	¿La empresa hace investigación acerca de la posible causa del bajo rendimiento?			X	Desde una perspectiva global, no se realizan investigaciones para identificar las causas de un bajo rendimiento.
3	Capacitación gerencial	Si	Intermedio	No	Observaciones
3.1.	¿Existe capacitaciones periódicas en los técnicos?			X	Únicamente existen capacitaciones empíricas. Traspaso de conocimiento entre operarios
3.2	¿Se realizan consideraciones técnicas para mejorar la producción?			X	La empresa no cuenta con un área de ingeniería que diseñe planes logísticos para la mejora de la producción.
4	Capacitación de los técnicos	Si	Intermedio	No	Observaciones
4.1.	¿Existe capacitación periódica a los técnicos?			X	La empresa no cuenta con capacitaciones a nivel gerencial.
4.2	¿Posee la empresa un perfil predeterminado para contratar un técnico?			X	La empresa no tiene un perfil específico para contratar operarios. El único registro indispensable para una persona es saber leer y escribir. Las capacitaciones se les dan a través de la experiencia adquirida.
5	Administración y control del presupuesto	Si	Intermedio	No	Observaciones
5.1.	¿Cuándo se realiza un mantenimiento, existe un registro de los materiales utilizados?		X		No existe un registro formal con el que se pueda generar un histórico del mantenimiento realizado a los activos de la empresa.
5.2.	¿Existe un registro de los repuestos o piezas de recambio utilizadas durante la realización de un trabajo de mantenimiento?		X		No existe un registro formal con el que se pueda generar un histórico de los repuestos utilizados en el mantenimiento realizado a los activos de la empresa.
5.3.	¿Existe alguna metodología o software		X		Actualmente la empresa cuenta con un software para administrar

	de computadora para el control de la calidad de repuestos existentes en el almacén?				y observar los recursos que tiene en stock. La realización de pérdidas se hace en base a la experiencia previa y a la necesidad que tenga. Sin embargo, este programa de computadora no permite estimar cantidades óptimas y tiempos adecuados de pedido de repuestos.
5.4.	¿Existe un control de tiempos de ejecución para las actividades de mantenimiento?			X	No, el mantenimiento que se le da al equipo es su mayoría mecánico (correctivo).
5.5.	¿Existe algún historial del tiempo muerto del equipo?			X	No se tiene un registro del tiempo muerto del equipo. Lo que miden es el tiempo de retraso, pero esto no indica el tiempo muerto del equipo, ya que un retraso no se le puede atribuir en su totalidad a un paro por falla.
5.6.	¿Posee algún método para la estimación de costos de mantenimiento?			X	Actualmente, no se encuentra con un método para estimar el costo de realización de actividades de mantenimiento, ya que no se dispone de un registro apropiado.
6	Planeación y programación de órdenes de trabajo	Si	Intermedio	No	Observaciones
6.1.	¿Posee la empresa órdenes de trabajo para realizar tareas de mantenimiento?			X	La empresa solo cuenta con órdenes de trabajo para producción, no para la realización de mantenimiento.
6.2.	¿Existe paros programados de maquinaria para realizar mantenimiento?	X			Existen paros de producción programados para realizar algún tipo de mantenimiento.
6.3.	¿El personal de producción esta enterados de estos paros programados?	X			El personal de producción se entera de los paros de producción. El jefe de la línea informa a los operarios.
6.4.	¿Existe una sobre producción antes de realizar un pro programado?			X	No sé sobre produce ya que la producción se planea de manera semanal.

6.5.	¿En caso de un paro imprevisto, existe producción de respaldo?		X		No existe producción de respaldo, sin embargo como es un proceso relativamente rápido siempre se tiene producto en exceso. Si un paro tiene un tiempo de duración máximo de 2 días no representa problema.
7	Instalaciones	Si	Intermedio	No	Observaciones
7.1.	¿Existen planos o algún tipo de documento en donde aparezca la distribución y localización actual de la maquinaria dentro de la planta?	X			Se encuentra con planos de distribución en planta de toda la empresa.
7.2.	¿Poseen un espacio físico dentro de la empresa para el almacenamiento o distribución de herramientas?	X			La empresa cuenta con lugares para las herramientas del mantenimiento.
8	Control de almacenes y herramientas.	Si	Intermedio	No	Observaciones
8.1.	¿Poseen catálogos de los equipos?			X	Los equipos de la planta no poseen catálogos. El equipo es antiguo y no cuenta con ningún tipo de información del fabricante.
8.2.	¿Cuentan con información detallada de los proveedores del equipo (número de contacto, dirección, etc.)?			X	Los equipos son antiguos y los detalles del fabricante ya no están.
8.3.	Cuando se presenta un fallo en la maquinaria, ¿se dispone de los repuestos necesarios para realizar la reparación?			X	Los repuestos son adquiridos dependiendo del fallo, generalmente están no se encuentran en almacén se compran.
8.4.	¿Cuenta con un inventario detallado y actualizado de los repuestos o piezas de recambio existentes?		X		Se dispone un inventario que es administrativo a través de un software.
8.5.	¿Cuentan con las herramientas adecuadas para realizar todas las reparaciones pertinentes?		X		Se cuentan con herramientas que no son las más adecuadas para realizar los trabajos. Sin embargo, el trabajo siempre es realizado.
8.6.	¿Se encuentran las herramientas al alcance del personal de mantenimiento en caso de una avería?	X			El tipo de herramienta de uso más común se tiene en el área de mantenimiento.
9	Mantenimiento preventivo e historia	Si	Intermedio	No	Observaciones

	del equipo				
9.1.	Actualmente, ¿se da un mantenimiento periódico a los equipos de uso más frecuente dentro del proceso?		X		El equipo más importante para la producción recibe un mantenimiento periódico superficial.
9.2.	¿Existe un plan general de mantenimiento preventivo dentro de la empresa?			X	No existe un plan de mantenimiento preventivo bien establecido. Si bien existe cierto mantenimiento periódico, este no está lo suficientemente estructurado como para catalogarse como mantenimiento preventivo
9.3.	¿Se lleva un registro histórico de las fallas que ha tenido el equipo?		X		No se cuenta con un registro histórico constante. Solo en jefe tiene información de las fallas.
9.4.	¿Existe un registro de la disponibilidad de uso con la que cuenta cada equipo?		X		No existe registro alguno de la disponibilidad del equipo dentro de la planta. Solo es un registro referencial.
9.5.	¿Se lleva un registro histórico de todas las piezas que han sido cambiadas en la maquinaria cuando una falla se presenta?			X	No se tiene un registro histórico de las piezas que se han intercambiado.
9.6.	¿Existe una persona encargada de administrar el plan de mantenimiento preventivo?			X	No existe una persona encargada de administrar el plan de mantenimiento preventivo debido a que no se encuentra con un plan de mantenimiento preventivo.
9.7.	¿Se realizan informes de mantenimiento los cuales quede constancia del trabajo realizado, tiempo utilizado y materiales utilizados?			X	No existen reportes de mantenimiento preventivo. Se informa del trabajo realizado de manera verbal.
10	Medición de trabajos e incentivos	Si	Intermedio	No	Observaciones
10.1.	¿Existe algún método para controlar el tiempo de trabajo del personal de la planta?		X		Solo se cuenta con la medición de entra y salida de la planta.
10.2.	¿Entregan bonificaciones o reconocimientos al personal más sobresaliente?			X	No se tiene ningún plan de bonificaciones o incentivos para ninguna línea y empleado de la planta.
11	Sistema de información	Si	Intermedio	No	Observaciones
	¿Disponen de algún tipo de herramienta informática (software de computadora) que permita administrar el			X	No se cuenta con una herramienta informática que administre el mantenimiento.

	mantenimiento preventivo que se realiza a los equipos?				
	¿Existe una herramienta informática que facilite el control de los gastos realizados en concepto de mantenimiento de equipos?			X	No se cuenta con una herramienta informática que administre los gastos realizados en el mantenimiento.
	¿Cuenta con un software adecuado para generar listas de instrucciones con especificaciones y recomendaciones específicas de mantenimiento?			X	No se cuenta con una herramienta informática que administre y almacene las listas de instrucciones de mantenimiento.

Fuente: García, J y Velásquez, J. 2007.

Anexo 02. FORMATOS

Formatos 01. Formato de Asistencias de la Capacitación.

Nº	Fecha	Temas de capacitación	Nombre del Personal capacitado

Formatos 02. Orden de trabajo.

ORDEN DE MANTENIMIENTO N°	
Área :	
Fecha :	
Hora :	

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

DATOS DEL EQUIPO	
Marca:	Código:

Solicitante

Recibe

Fuentes: Propio.

Formatos 04. Historial de Mantenimiento.

N °	FECHA S	DESCRIPCIÓN N DE LA ACTIVIDAD	REPUESTO S	MATERIALE S	TIEMP O	RESPONSABL E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Encargado:				Responsable:		

Fuentes: Intelligent Drivesystems, Worldwide Services

Anexo 03. Promedio de producción de enero a junio de 2013.

En la Tabla N° 73, se muestran los datos recopilados en el periodo de enero a junio del 2013. En él se obtuvo una producción diaria promedio de 32 111 kg/día.

Tabla N° 73. Producción promedio de enero a junio del 2013.

Mes	Producción	Promedio día
Enero	786 396,6	32 767
Febrero	766 275,5	31 928
Marzo	759 785,3	31 658
Abril	769 769,2	32 074
Mayo	761 995,2	31 750
Junio	779 765,1	32 490
TOTAL		32 111

Fuente: Empresa Kar & Ma SAC, 2013.

Anexo 04. Tiempos en la línea de producción.

Tiempo en las estaciones de la línea de producción		
Estación	Elementos	Tiempos (Seg)
Estación 01	Hacia el molino	7
	Vaciar sacos	5
	Insumos hacia el mezclado	9
	Vaciar la mezcla	2
	Mezcla hacia el molino	12
	Molienda	30
		65
Estación 02	Hacia horno	12
	Vaciar sacos	8
	Remover sal	6
	Secado	52
		78
Estación 03	Tamizado	35
	Sal en sacos	9
	Espera	20
	Hacia mesas	7
		71
Estación 04	Vaciar sacos	3
	Envasado	2
	Inspección	15
	Sellado	2
		22
Estación 05	Horno secado	20
	Hacia balanza	2
	Pesado y cocido	7
		29
Estación 06	Hacia almacén	9
	Apilado	30
		39
Total		292

Anexo 05.

Días												
	07/01/2013	08/01/2013	09/01/2013	10/01/2013	11/01/2013	12/01/2013	14/01/2013	15/01/2013	16/01/2013	17/01/2013	18/01/2013	19/01/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00												
09:00								F-M				F-M
10:00	F-S01			F-M						F-E	F-E	
11:00	F-M			F-E		F-S03						
12:00			F-M						F-S01			F-S02
13:00												
14:00	Almuerzo											
15:00												
16:00	F-E		F-S02									
17:00								F-E		F-M		
18:00	F-S05		F-E		F-S04	F-M			F-S05		F-M	
TOTAL	4		3	2	1	2		2	2	2	2	2

	21/01/2013	22/01/2013	23/01/2013	24/01/2013	25/01/2013	26/01/2013	28/01/2013	29/01/2013	30/01/2013	31/01/2013	01/02/2013	02/02/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00	F-M											
09:00		F-E			F-S03	F-E		F-S03				
10:00										F-S02	F-S03	
11:00	F-E		F-M		F-M		F-E		F-M			F-M
12:00				F-E								
13:00						F-M						
14:00	Almuerzo											
15:00												
16:00				F-S04						F-M		
17:00			F-S02		F-E	F-S05		F-S04				
18:00		F-M					F-S04		F-S04		F-S05	F-E
TOTAL	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2

	04/02/2013	05/02/2013	06/02/2013	07/02/2013	08/02/2013	09/02/2013	11/02/2013	12/02/2013	13/02/2013	14/02/2013	15/02/2013	16/02/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00												
09:00					F-M					F-S02		
10:00	F-E	F-S03				F-E	F-S02				F-E	
11:00			F-M	F-E	F-M			F-S05				
12:00						F-M				F-E		
13:00	F-M		F-S02	F-M								
14:00	Almuerzo											
15:00												
16:00	F-S05				F-S05					F-M		
17:00				F-E								
18:00		F-E						F-S03		F-E		F-S05
TOTAL	3	2	2	3	3	2	1	2		4	1	1

	18/02/2013	19/02/2013	20/02/2013	21/02/2013	22/02/2013	23/02/2013	25/02/2013	26/02/2013	27/02/2013	28/02/2013	01/03/2013	02/03/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00						F-S01						
09:00			F-M								F-M	
10:00	F-E							F-M				F-S01
11:00			F-E	F-S04	F-E				F-M		F-E	F-M
12:00		F-E				F-S05						
13:00								F-S02				
14:00	Almuerzo											
15:00												
16:00											F-S05	F-E
17:00					F-M			F-M				
18:00	F-M		F-E			F-E				F-M	F-M	F-S05
TOTAL	2	1	3	1	2	3		3	1	1	4	4

	04/03/2013	05/03/2013	06/03/2013	07/03/2013	08/03/2013	09/03/2013	11/03/2013	12/03/2013	13/03/2013	14/03/2013	15/03/2013	16/03/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00		F-S01										
09:00								F-M				F-M
10:00	F-S01			F-M						F-E	F-E	
11:00	F-M			F-E		F-S03						
12:00		F-S05	F-M						F-S01			F-S02
13:00												
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00	F-E		F-S02									
17:00								F-E		F-M		
18:00	F-S05		F-E		F-S04	F-M			F-S05		F-M	
TOTAL	4	2	3	2	1	2		2	2	2	2	2

	18/03/2013	19/03/2013	20/03/2013	21/03/2013	22/03/2013	23/03/2013	25/03/2013	26/03/2013	27/03/2013	28/03/2013	29/03/2013	30/03/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00						F-S01						
09:00			F-M								F-M	
10:00	F-E							F-M		F-S01		
11:00			F-E	F-S04	F-E				F-M		F-E	
12:00		F-E				F-S05						
13:00								F-S02				
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00											F-S05	
17:00				F-S02	F-M			F-M				
18:00	F-M		F-E			F-E				F-M	F-M	
TOTAL	2	1	3	2	2	3		3	1	2	4	

	01/04/2013	02/04/2013	03/04/2013	04/04/2013	05/04/2013	06/04/2013	08/04/2013	09/04/2013	10/04/2013	11/04/2013	12/04/2013	13/04/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00						F-S01						F-S03
09:00			F-M								F-M	
10:00	F-E							F-M				F-M
11:00			F-E	F-S04	F-E				F-M		F-E	
12:00		F-E				F-S05						
13:00								F-S02				
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00											F-S05	F-E
17:00					F-M			F-M				
18:00	F-M		F-E			F-E				F-M	F-M	F-M
TOTAL	2	1	3	1	2	3		3	1	1	4	4

	15/04/2013	16/04/2013	17/04/2013	18/04/2013	19/04/2013	20/04/2013	22/04/2013	23/04/2013	24/04/2013	25/04/2013	26/04/2013	27/04/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00	F-M											
09:00		F-E				F-S03	F-E	F-S03				
10:00										F-S02	F-S03	
11:00	F-E		F-M		F-M		F-E		F-M			F-M
12:00				F-E								
13:00						F-M						
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00				F-S04						F-M		
17:00			F-S02		F-E	F-S05		F-S04				
18:00		F-M					F-S04		F-S04		F-S05	F-E
TOTAL	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2

	29/04/2013	30/04/2013	01/05/2013	02/05/2013	03/05/2013	04/05/2013	06/05/2013	07/05/2013	08/05/2013	09/05/2013	10/05/2013	11/05/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00						F-S01						
09:00			F-M								F-M	
10:00	F-E							F-M		F-S01		F-S04
11:00			F-E	F-S04	F-E				F-M		F-E	F-E
12:00		F-E				F-S05						
13:00								F-S02				
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00											F-S05	
17:00				F-S02	F-M			F-M				F-M
18:00	F-M		F-E			F-E				F-M	F-M	F-S01
TOTAL	2	1	3	2	2	3		3	1	2	4	4

	13/05/2013	14/05/2013	15/05/2013	16/05/2013	17/05/2013	18/05/2013	20/05/2013	21/05/2013	22/05/2013	23/05/2013	24/05/2013	25/05/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
08:00	F-S01					F-S01						
09:00			F-M							F-S05	F-M	F-M
10:00	F-E							F-M				
11:00			F-E	F-S04	F-E				F-M		F-E	F-E
12:00		F-E				F-S05				F-S01		
13:00					F-M			F-S02				
14:00	Almuerzo											
15:00	Almuerzo											
16:00											F-S05	
17:00					F-M			F-M				F-S01
18:00	F-M		F-E			F-E				F-M	F-M	
TOTAL	3	1	3	1	3	3		3	1	3	4	3

	27/05/2013	28/05/2013	29/05/2013	30/05/2013	31/05/2013	01/06/2013	03/06/2013	04/06/2013	05/06/2013
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles
08:00						F-S01	F-S01		
09:00			F-M						
10:00	F-E						F-E		
11:00			F-E	F-S04	F-E				
12:00		F-E				F-S05		F-E	F-S05
13:00									
14:00	Almuerzo								
15:00	Almuerzo								
16:00									F-S05
17:00				F-S02	F-M			F-M	
18:00	F-M		F-E			F-E			F-M
TOTAL	2	1	3	2	2	3		3	3