

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



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA AGRONEGOCIOS SICÁN
S.A.C PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

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

AUTOR
ANA MARIA MESONES ALVITRES

ASESOR
JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ
<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA AGRONEGOCIOS SICÁN
S.A.C PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD**

PRESENTADA POR:
ANA MARIA MESONES ALVITRES

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Sonia Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Oscar Vásquez Gervasi
SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez
VOCAL

Dedicatoria

A Dios y la Virgen por guiarme por el buen camino y mostrarme siempre su gran amor.

A mis padres Ofelia Alvitres y Manuel Mesones por ser mi motivación para seguir adelante y darme su apoyo incondicional para formarme como persona y profesional.

A mi asesor el Ing. Joselito por el tiempo brindado, su paciencia y su apoyo en la elaboración de la tesis Asimismo agradecer al Ing. Christian Fernandez por darme las facilidades y apoyo a la información de la empresa donde se realiza mi tesis.

A mis compañeros de la Universidad: Pierina, Fatima, Juan, Ivan y todas las grandes personas que conocí en este trayecto, por ser un gran apoyo y motivarme a siempre a seguir adelante en la tesis.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y a la Virgen por cuidarme de manera especial.

Agradezco a mis padres, a mi hermano, a mis tios por ser mi motivación para seguir adelante y darme su apoyo incondicional. A mi abuelita que me cuida desde el cielo un abrazo.

A mi asesor el Ing. Joselito por el tiempo brindado, su paciencia y su apoyo en la elaboración de la tesis Asimismo agradecer al Ing. Christian Fernández por darme las facilidades y apoyo ala información de la empresa donde se realiza mi tesis.

A mis amigas de toda la vida Mara y Xuxa por darme siempre su apoyo, su amistad y motivación incondicional para seguir adelante

RESUMEN

Agronegocios Sicán S. A. C. es una empresa dedicada al procesamiento y comercialización de granos secos en el departamento de Lambayeque. En la actualidad su principal problema es la baja productividad lo que registró pérdidas económicas S/. 847 660 en el periodo de estudio de Setiembre de 2017 a Agosto 2018 Es por esto que la presente investigación tiene por objetivo Elaborar una propuesta gestión del mantenimiento para incrementar su productividad.

Se realizó el diagnostico con respecto a la situación

actual, en donde se identificaron diversas causas que afectan el proceso productivo como las horas paradas de las máquinas, desorden de herramientas y repuestos en área productiva y falta de capacitaciones lo que genera que disminuya su productividad. lo cual representa un 42,25 % de las utilidades de la empresa.

Se elaboró una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en donde abarque sus principales problemas. Primero se elaboró un sistema de gestión de mantenimiento con un programa de mantenimiento basado en el RCM. Para la segunda mejora se propuso la elaboración de un manual de mantenimiento preventivo, en la cual contengan las normativa y procedimientos de gestión de repuestos, mantenimiento preventivo y correctivo. Para la última mejora se elaboró un plan de capacitación donde incluye MOF para cada puesto de trabajo y un procedimiento del proceso de producción. Como resultado se aumentó un 18,6 % la productividad de tiempo, con respecto a las máquinas aumentó un 19,9 % y la productividad total aumentó un 10,5 %. Con respecto a los indicadores de mantenimiento su disponibilidad aumentó un 13 % y la capacitación a personal aumentó en un 100 %. Por último la inversión planteada es de S/.16 144 anual, con un tiempo de recuperación de 8 días y un indicador de beneficio costo de S/. 1,87.

PALABRAS CLAVES: Sistema de gestión Mantenimiento, productividad, grano seco.

ABSTRACT

Agronegocios Sicán S. A. C. is a company dedicated to the processing and commercialization of dry grains in the department of Lambayeque. Currently, its main problem is low productivity, which registered economic losses of S / . 847 660 in the study period from September 2017 to August 2018 This is why this research aims to develop a maintenance management proposal to increase your productivity

The diagnosis was made with respect to the current situation, where various causes that affect the production process were identified, such as machine stoppages, tool and spare parts disorder in the production area, and lack of training, which leads to a decrease in productivity. which represents 42.25% of the company's profits.

A proposal for a maintenance management system was developed, covering its main problems. First, a maintenance management system was developed with a maintenance program based on the RCM. For the second improvement, the preparation of a preventive maintenance manual was proposed, containing the spare parts management, preventive and corrective maintenance regulations and procedures. For the last improvement, a training plan was prepared which includes MOF for each job and a production process procedure. As a result, time productivity increased by 18.6%, with respect to machines it increased by 19.9% and total productivity increased by 10.5%. With respect to maintenance indicators, its availability increased by 13% and staff training increased by 100%. Lastly, the investment proposed is S / .16 144 per year, with a recovery time of 8 days and an indicator of cost benefit of S / . 1.87

KEYWORDS: Management system Maintenance, productivity, dry grain

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	16
2.1. Antecedentes del problema.....	16
2.2. Fundamentos teóricos.....	18
2.2.1. Sistema de gestión.....	18
2.2.2. Mantenimiento	18
2.2.3. Sistema gestión del mantenimiento.....	18
2.2.4. Objetivo del mantenimiento	18
2.2.5. Tipos de mantenimiento	19
2.2.6. Indicadores de gestión mantenimiento.....	20
2.2.7. Diferencias entre fallas y averías.....	21
2.2.8. Costos de mantenimiento	21
2.2.9. Metodologías para un programa de mantenimiento.....	22
2.2.10 Análisis de criticidad.....	22
2.2.11. Árbol de fallas	24
2.2.12. Mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM).....	25
2.2.13. Codificación de las máquinas.....	32
2.2.14. Métodos de factores ponderados	32
2.2.15. Diagrama de Pareto	32
2.2.16. Productividad	33
2.2.17. Coeficiente beneficio – costo (B/C).....	34
III. RESULTADOS	35
3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA.....	35
3.1.1. La empresa	35
3.1.2. Formación del personal de producción	37
3.1.3 Descripción del Sistema de Producción.....	38
3.1.2.2. Sub productos.....	40
3.1.3.3. Desperdicios	41
3.1.3.4. Desechos	41
3.1.4. Recursos del proceso productivo.....	41
3.1.5. Descripción de las etapas del proceso de producción	47
3.1.6. Sistema de producción	49
3.1.7. Producción de granos secos	49
3.1.9. INDICADORES ACTUALES.....	60
3.1.9.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO	60
A. Horas paradas	60

B. Tiempo medio entre falla-Confiabilidad (MTBF).....	61
C. Tiempo medio para reparar-MTTR (Mantenibilidad).....	61
D. Disponibilidad total.....	62
3.1.9.2. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCTIVIDAD	63
A. Productividad con respecto al tiempo	63
B. Productividad respecto de las Máquinas.....	64
C. Productividad total	65
D. Capacitaciones.....	67
3.1.10. IMPACTO ECONÓMICO	67
3.1.11. JERARQUIZACION DE LAS MÁQUINAS	71
3.1.12. RESUMEN DE INDICADORES ACTUALES.....	73
3.1.13. Problemas, Causas y Propuestas de Mejoras en el sistema de producción	74
3.2. PROPONER UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE PERMITA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.....	76
3.2.1. MEJORA 1: Elaboración de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM).....	76
A. Sistema de Gestión de mantenimiento	76
B. Programa de mantenimiento	87
B.1 Criterios para elección de metodologías en programa de mantenimiento	88
B.2. Programa de mantenimiento basado en el RCM	90
a. Jerarquización de las máquinas.....	90
b. Codificación de las máquinas críticas y semi-críticas	90
c. Árbol de fallas.....	92
d. AMEF (Análisis de modo y efectos de fallo).....	96
e. Hoja de Decisión del RCM	103
f. Planes de mantenimiento y cronogramas	110
g. Software de mantenimiento	118
3.2.2. MEJORA 2 : Elaboración de un manual de mantenimiento preventivo en la cual contengan los procedimientos de gestión de repuestos , mantenimiento preventivo y correctivo.	122
I. Normativa.....	124
II. Política de operación	126
III. Organización del personal para el Mantenimiento	126
IV. Procedimientos del Sistema	126
❖ PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO	126
❖ PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO	131
❖ PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE REPUESTOS DE ALMACÉN.....	135
3.2.3. MEJORA 3: Plan de Capacitación al Personal de producción.....	137

I. Objetivo	137
II. Contenido de los temas a desarrollar	137
III. Desempeño	138
A. Elaboración del MOF	140
B. Procedimiento para el procesamiento de Grano Seco	147
3.2.4. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES	149
3.2.4.1. Nuevos Indicadores de Mantenimiento	151
A. Indicador futuro de Confiabilidad (MTBF)	151
B. Indicador futuro de mantenibilidad (MTTR)	151
C. Indicador futuro de Disponibilidad	152
3.2.4.2. Nuevos Indicadores Productividad	152
A. Productividad futura en relación con el recurso tiempo	153
B. Productividad futura respecto a las Máquinas	153
C. Productividad total	154
D. Futuras Capacitaciones	156
3.2.4.3. Cuadro comparativo de Indicadores	157
3.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	158
3.3.1. Inversión Total	158
A. Inversión en repuestos	158
B. Inversión en el Sistema de mantenimiento RCM	159
3.3.2. Nuevos Ingresos	161
3.3.3. Costos	161
3.3.4. Reducción de costos	162
3.3.5. Evaluación económica y financiera	163
3.3.6. Período de recuperación	164
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	165
4.1. CONCLUSIONES	165
4.2. RECOMENDACIONES	166
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
VI. . ANEXOS	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores referenciales de disponibilidad según las Industrias	20
Figura 2. Matriz de Criticidad	24
Figura 3. Árbol de fallas	25
Figura 4. Diagrama de decisión RCM	31
Figura 5. Organigrama de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.....	36
Figura 6. Frijol caballero.....	38
Figura 7. Frijol castilla.....	38
Figura 8. Pallar Baby.....	39
Figura 9. Frijol Palo.....	39
Figura 10. Lenteja	39
Figura 11. Frijol Panamito	40
Figura 12. Grano arrugado	40
Figura 13. Grano partido	40
Figura 14. Grano manchado	41
Figura 15. Diagrama de Bloques de Procesamiento de menestras.....	48
Figura 16. Mesa pre limpia – desgaste de correa de polea.	53
Figura 17. Gravimétrica – Desalineación de polea	53
Figura 18. Empaquetadora– Desalineación de lámina plástico	53
Figura 19. Herramientas colocados a lado de gravimétrica 1.....	57
Figura 20. Repuestos colocados a lado de la tolva.....	57
Figura 21. Bolsas tiradas en área de producción.....	58
Figura 22. Horas de paras y frecuencia de Setiembre 2017-Agosto 2018.....	60
Figura 23. Valores referenciales de disponibilidad según procesos de Industrias.....	63
Figura 24. Indicador -productividad con respecto a horas trabajadas.....	64
Figura 25. Indicador -productividad con respecto a las máquinas	65
Figura 25. Indicador -productividad Total.....	66
Figura 26. Perdidas económicas segun problemas encontrados	70
Figura 27. Diagrama de Pareto del análisis de criticidad de las máquinas	72
Figura 28. Árbol de fallas de Pre-limpia 1	92
Figura 29. Árbol de fallas de Gravimétrica 1	93
Figura 30. Árbol de fallas de Elevador 1.....	93
Figura 31. Árbol de fallas de Faja transportadora 2	94
Figura 32. Árbol de fallas de Prelimpia 2	94
Figura 33. Árbol de fallas de Gravimétrica 2	95
Figura 34. Introducción del catálogo de las máquinas al SoftwareMP.....	120
Figura 35. Introducción de las partes , actividades y planes al SoftwareMP	121
Figura 36. Generación de órdenes de trabajo en SoftwareMP	121
Figura 37. Organización del personal de mantenimiento	126
Figura 38. Flujograma de procedimiento de mantenimiento preventivo.....	128
Figura 39. Orden de trabajo	129
Figura 40. Solicitud de repuestos	129
Figura 41. Informe de Mantenimiento	130
Figura 42. Ficha Técnica	130
Figura 43. Procedimiento del mantenimiento correctivo.	133
Figura 44. Formato de registro del mantenimiento correctivo	134
Figura 45. Solicitud de repuestos	134
Figura 46. Procedimiento de la gestión de repuestos de Almacén	136
Figura 25. Indicador -productividad Total	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores ponderados para el análisis de criticidad.....	23
Tabla 2. Análisis de Modos y Efectos Falla (AMEF)	27
Tabla 3. Escala para evaluar el grado de la severidad, ocurrencia y detección en el AMEF	29
Tabla 4. Hoja de decisiones RCM	30
Tabla 5. Personal de la empresa	36
Tabla 6. Formación de los Operarios de producción	37
Tabla 7. Capacitación del Operario.....	37
Tabla 8. Ficha técnica de la Mesa de Pre-limpia	43
Tabla 9. Ficha técnica de los elevadores de Cangilones.....	44
Tabla 10. Ficha técnica de Mesa Gravimétrica	45
Tabla 11. Ficha técnica de la Faja transportadora	46
Tabla 12. Cantidad de producción de Setiembre 2017 – Agosto del 2018 (Kg).....	49
Tabla 13. Ventas de Setiembre del 2017 hasta Agosto del 2018 (Soles)	50
Tabla 14. Ingreso , Costo de producción y utilidades de Setiembre 2017-Agosto 2018.....	50
Tabla 15. Demanda, Producción y Utilidad no percibida de menestras no procesados(kg) de Setiembre 2017 - Agosto2018	51
Tabla 16. Registro de las observaciones de las paradas en el proceso productivo	58
Tabla 17. Frecuencia de los problemas encontrados a Set- 17 a Ago-18.....	59
Tabla 18. Horas de parada y su frecuencia Setiembre 2017- Agosto del 2018	60
Tabla 19. Tiempo medio entre fallo (MTBF) para cada máquina Setiembre 2017- Agosto del 2018.....	61
Tabla 20. Tiempo medio para reparar (MTTR) para cada máquina Setiembre 2017- Agosto del 2018	62
Tabla 21. Indicador productividad respecto al tiempo.....	63
Tabla 22. Productividad respecto a las máquinas de Setiembre 2017 a Agosto 2018.....	64
Tabla 23. Productividad Total	66
Tabla 24. Pérdidas económicas por kilogramos menestras no procesadas de Setiembre 2017- Agosto del 2018	67
Tabla 25. Pérdidas económicas por mano de obra inoperativa en el periodo Setiembre 2017- Agosto del 2018	68
Tabla 26. Total de las pérdidas económicas en Setiembre 2017- Agosto del 2018.....	69
Tabla 27. Pérdidas económicas según los problemas encontrados Set-17 a Ago-18.....	70
Tabla 28. Resumen del análisis de criticidad de las máquinas.....	71
Tabla 29. Diagrama de Pareto	72
Tabla 30. Cuadro resumen de indicadores actuales.....	73
Tabla 31. Matriz de Consistencia.....	75
Tabla 32. Etapas y actividades para elaborar un Sistema de Gestión.....	76
Tabla 33. Contenido de la sesión 1 El sistema de gestión de Mantenimiento	82
Tabla 34. Contenido de la sesión 2. Equipos críticos y su codificación	83
Tabla 35. Contenido de la sesión 3 Procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivo	83
Tabla 36. Contenido de la sesión 4. Plan de mantenimiento preventivo, cronogramas... 	84
Tabla 37. Contenido de la sesión 5. El Software MP MANTENIMIENTO	84
Tabla 38. Cronograma de actividades de Capacitación para la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento	85
Tabla 39. Plan de acción de observaciones.....	87

Tabla 40. Criterios de comparación entre las metodologías más utilizadas en el mantenimiento	88
Tabla 41. Ponderación de factores.....	89
Tabla 42. Calificación de diferentes metodologías de mantenimiento	89
Tabla 43. Código de tipo de máquina	91
Tabla 44. Codificación de las máquinas críticos.....	91
Tabla 45. Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 1	96
Tabla 46. Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 1	97
Tabla 47. Análisis de Modo de Falla del Elevador de cangilones 1	98
Tabla 48. Análisis de Modo de Falla de la Faja transportadora 2.....	99
Tabla 49. Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 2.....	100
Tabla 50. Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 2	101
Tabla 51. Resumen de los modos de falla y su prioridad de Riesgo	102
Tabla 52. Hoja de Decisión de la Pre-limpia 1.....	104
Tabla 53. Hoja de Decisión de la Gravimétrica 1.....	105
Tabla 54. Hoja de Decisión del Elevador de cangilón 1.....	106
Tabla 55. Hoja de Decisión de la Faja transportadora 2.....	107
Tabla 56. Hoja de Decisión de la Gravimétrica 2.....	108
Tabla 57. Hoja de Decisión de la Pre-limpia 2.....	109
Tabla 58. Plan de mantenimiento preventivo de Pre-limpia 1.....	110
Tabla 59. Plan de mantenimiento preventivo de Gravimétrica 1	111
Tabla 60. Plan de mantenimiento preventivo de Elevador de Cangilones 1.....	112
Tabla 61. Plan de Mantenimiento de Faja transportadora 2.....	112
Tabla 62. Plan de mantenimiento preventivo de gravimétrica 2	113
Tabla 63. Plan de mantenimiento preventivo Pre-limpia 2.....	113
Tabla 64. Cronograma de mantenimiento preventivo de Pre-limpia 1.....	114
Tabla 65. Cronograma de mantenimiento preventivo Gravimétrica 1.....	115
Tabla 66. Cronograma del Plan de mantenimiento Preventivo Elevador de cangilón 1 y Faja transportadora 2.....	116
Tabla 67. Criterios de Software posibles para el sistema de gestión de mantenimiento .	118
Tabla 68. Ponderación de factores.....	119
Tabla 69. Calificación de diferentes Softwares de Mantenimiento	120
Tabla 70. Cronograma de actividades del Plan de capacitaciones.....	139
Tabla 71. MOF del Jefe de Mantenimiento.....	140
Tabla 72. MOF del Jefe de Planta.....	141
Tabla 73. MOF del Operador de máquina	142
Tabla 74. MOF del Operario de Pre-limpia.....	143
Tabla 75. MOF del Operario de Gravimetrica	144
Tabla 76. MOF del Operario de Escogido	145
Tabla 77. MOF del Operario de Envasado.....	146
Tabla 78. Horas programadas de los equipos para mantenimiento	149
Tabla 79. Reducción del tiempo de parada después de la propuesta.....	150
Tabla 80. MTBF de los máquinas que no se aplica mantenimiento.....	151
Tabla 81. Producción futura después de la mejora	152
Tabla 82. Indicadores productividad futura respecto al tiempo.....	153
Tabla 83. Productividad futura respecto a las Máquinas.....	153
Tabla 84. Productividad Total	155
Tabla 85. Cuadro comparativo de indicadores.....	157
Tabla 86. Inversión en repuestos de las máquinas para mantenimiento	158
Tabla 87. Inversión en gestión, materiales y herramientas para el sistema mantenimiento RCM	160

Tabla 88. Inversión total para el sistema mantenimiento RCM.....	160
Tabla 89. Nuevos Ingresos	161
Tabla 90. Costo de materia prima	161
Tabla 91. Costo de mano de obra	162
Tabla 92. Pérdida económica después de la mejora.....	162
Tabla 93. Flujo de caja.....	163

I. INTRODUCCIÓN

En el entorno actual las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas tecnologías productivas y organizativas que les permitan afrontar el futuro con una garantía de éxito. Solo un incremento de la productividad en la cual afecte los costes y a la calidad salvará a toda empresa que pretenda sobrevivir y tener futuro en el complejo entorno económico que vivimos. [1]

El incrementar la productividad no ocurre por sí solos, sino que son los directivos dedicados los que lo provocan y lo logran mediante el desarrollo de planes de acción, la dirección eficaz de todos los recursos e inversión en nuevas instalaciones. Así mismo es indispensable conservar en condiciones óptimas las instalaciones existentes, en donde una gestión del mantenimiento busca mantener operativos los equipos para incrementar la vida útil de los mismos. [2]

De acuerdo a la norma la norma SAE – JA 1011, el RCM, mantenimiento centrado en la confiabilidad es una de las estrategias de mantenimiento más usadas en las empresas y las industrias en donde se encarga de optimizar la confiabilidad del sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, en donde ofrece un aumento de la producción y productividad en un 5% - 10% [3]

Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), En el Perú, el mercado de la leguminosas aumentó su producción y exportación de legumbres en sus últimos años en un 80% al pasar de 145 mil toneladas en 1997 a 260 mil toneladas el 2017, por la enorme variedad de este producto. Siendo sus regiones con mayor producción de menestras en Perú son: Cusco, que produce el 13% del total; Cajamarca, 13% y La Libertad, 11%. [4]

La empresa Agronegocios Sicán S. A. C. se dedica al procesamiento y comercialización de granos secos, contando así con granos seleccionadas de calidad. Se inicia sus actividades desde el 2008 a diferentes municipalidades de Lambayeque y Lima. Así mismo en el año 2012 se trabaja con instituciones del estado como INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil) con el abastecimiento de granos para contrarrestar daños causados por fenómenos naturales en el país. La empresa se ubica en la Prolongación Av. Lora y Lora (altura KM. 775 Carretera Panamericana Norte), de la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Hoy en día la empresa viene atravesando un crecimiento debido a su gran aceptación de sus productos ,sin embargo enfrenta una problemática: presenta horas paradas en el proceso productivo, siendo su causa principal las fallas y averías en sus máquinas en donde se aplica un mantenimiento tipo correctivo al hacer cambio de piezas por desgaste u reparación lo que genera que disminuya su productividad y no cumpla con sus pedidos.

Es por ello que planteó la siguiente interrogante ¿En que medida una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. podrá incrementar su productividad?

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal proponer un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. para incrementar su productividad. Paralograr dicho objetivo, y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual de la empresa .Para luego proponer un sistema de gestión de mantenimiento que permita aumentar la productividad . Por último se desarrollar el análisis costo-beneficio de la propuesta.

Al brindar una propuesta de un sistema de gestión mantenimiento hacia la empresa permitirá conservar en condiciones operativas los equipos de producción, prevenir los posibles paros en la producción y a la vez aumentar la productividad de la empresa . De esta manera se planificará y programará periodos de paralización en momento oportunos de trabajo para la reparación o revisión de los equipos para garantizar el buen estado de las mismas.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes del problema

Para Anbulselvan et al. (2014) , [5] en su artículo “*Optimización de la productividad en agroindustrias utilizando mantenimiento centrado en la fiabilidad*” busca desarrollar las oportunidades de crecimiento del ganado depende en gran medida del suministro continuo de alimentos nutritivos de buena calidad a precios competitivos. Los costos que se encuentren alrededor del 20-30 % de las utilidades representan un valor significativo que se deben analizar. Asimismo, el RCM es una herramienta muy útil en industrias con fuertes limitaciones en cuanto a usuarios y seguridad, pero a pesar de ser un enfoque estandarizado RCM puede ser adaptado a las restricciones particulares. El grupo de trabajo RCM incluye un propietario y operador de la planta de henos analizada, un proveedor de servicios de mantenimiento, un proveedor de servicios de monitoreo de condiciones y un proveedor de componentes de plantas de alimentación. Tomando como referencia los resultados de las estadísticas de fallas y consecuencias. Como resultado del estudio los fallos funcionales más relevantes, revela sus causas y mecanismos subyacentes, e identifica medidas correctivas para prevenir el fracaso y el daño secundario crítico.

Para Azoy (2014), [6] en su artículo “*Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento*”, propuso desarrollar una metodología para el cálculo de los indicadores más resaltantes en el mantenimiento de clase mundial en los talleres de trabajo y las reparaciones de la técnica agrícola en Cuba. El estudio se centra en el cálculo de cinco indicadores: el tiempo medio entre fallas MTBF, tiempo para reparar MTTR , disponibilidad del equipo , costo de mantenimiento y costo para eliminar fallas. Para recopilar la información se determina el periodo de análisis, se recoge la marca de equipos y ordenes de trabajo, recoge las tarjetas de ontrol de consumo de combustible y su lubricante. Por último, se determina el tiempo de operación y de parada de los tractores y los gastos incluidos. A partir de estos cálculos se tiene un comportamiento de los distintos tractores durante su trabajo procesando estadísticamente. Por medio de la aplicación del método desarrollado se pueden elaborar medidas para organizarse.

Según Bermudez (2015), [7] en su artículo “*Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes*” propuso identificar las necesidades de capacitación de una pyme en México. En el plan propuesto se da una guía de capacitación acorde a las necesidades : deficiencias en campo administrativo y productivo, procedimientos para el logro de objetivos,

temas prioritarios en la capacitación y disposición de pago, monto por pagar y horarios de preferencia. De los resultados se concluye que dentro de las pymes hay dificultades por parte de acompañamiento por parte del Estado, así como falta conocimientos en controlar sus negocios. Como conclusión Más de 50% de los microempresarios piensan que las capacitaciones son algo positivo y se obtendrá ventajas en lo personal y lo empresarial, sin embargo se dificulta obtener una cultura que respecto de ellas tiene el microempresario.

Para Mohamed (2015), [8] en su investigación “Impact of Total Productive Maintenance Methodology on the Performance” considera que el mantenimiento representa la actividad más importante que hace que las máquinas y los equipos funcionen de manera eficiente. La metodología que usa para mejorar el rendimiento (operador y el equipo) es a través de la propuesta de modelo de TPM. Además, se indica la importancia del mantenimiento que minimiza o elimina los problemas de producción y aumenta la productividad de la organización. La implementación del modelo propuesto TPM se llevó a cabo en una empresa de manufactura la cual cuenta con 93 máquinas y equipos (diferentes tipos) a lo largo de tres meses. La gestión de la organización lleva a cabo una evaluación después de tres meses a partir de la ejecución. Las conclusiones y recomendaciones de este estudio para la implementación exitosa del modelo TPM arrojó una mejora del 72% en el % de los defectos de producción, 81,25% en el % de averías en máquinas, un 26,2% en los tiempos del ciclo del producto y un 61,7% en los costos de reparación de las máquinas.

Uzcátegui, Varela y Diaz (2016), [9], en su artículo “*Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC*” describe el diseño de un ámbito de referencia para la aplicación de herramientas en la gestión del mantenimiento de empresas cementeras basado en el mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC, para optimizar la fiabilidad en sus instalaciones elevando sus estándares de mejora del desempeño y producción. Se diagnosticó que no se consideraron los principios básicos de confiabilidad de los activos en cuanto a procedimiento, definición de fallas y efectos, tareas de mantenimiento. Asimismo se identificó las fases del proceso de la metodología de la confiabilidad son básicamente el Análisis de Modos de Fallos, su análisis de Criticidad y sus efectos (FMECA), el Análisis de Árboles de Fallos (FTA) basado en la norma SAE JA 1012. Por último se mejora su productividad en un 20%, al decidir implantar estas herramientas por formación de equipos de trabajo, capacitaciones, acciones y indicadores de seguimiento.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Sistema de gestión

Según López [10], basándose en la norma ISO 9000, define a un sistema de gestión de una organización como un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos. Así como las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.

Según Vergara [11], define como el conjunto de etapas relacionados en un proceso, que permita dirigir y controlar el proceso que permita lograr mejoras y su continuidad.

2.2.2. Mantenimiento

Para García [12], son todas las actividades que busca conservar en condiciones de operativas los equipos de producción, cuando lo requieran con disponibilidad y confiabilidad durante el tiempo necesario para operar y producir bienes o servicios; considerando los momentos oportunos, al menor costo posible y con un aumento de la productividad.

2.2.3. Sistema gestión del mantenimiento

Según Boero [13], el sistema de gestión del mantenimiento consiste en actuar en todos aquellos aspectos de importancia para el buen desarrollo de la empresa y que, de una u otra manera, se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones. Se tiene en cuenta sus etapas siguiendo los procesos a la planificación, programación y ejecución de mantenimiento.

2.2.4. Objetivo del mantenimiento

Según García [12], el mantenimiento debe cumplir con dos objetivos fundamentales: Reducir costos de producción y garantizar la disponibilidad. Cuando se habla de reducir los costos de producción se deben tener en cuenta los siguientes aspectos

- Optimizar la disponibilidad de equipos e instalaciones para la producción.
- Se busca reducir los costos de las paradas de producción mediante la aplicación de mantenimiento de los equipos en los momentos más apropiados.

2.2.4.1. Porque gestionar el mantenimiento

Para García [12] , gestionar el mantenimiento se debe a dos razones : la primera por la competitividad que te obligar a reducir costos , considerando el empleo de mano de obra y materiales involucrados .La segunda porque los departamentos necesitan estrategias que estén acorde con los objetivos y política de la organización.

2.2.5.Tipos de mantenimiento

2.2.5.1.Mantenimiento Correctivo

Según García [12], es aquel mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en un determinado momento. Asimismo el equipo es quien determina cuando se debe parar. La actividad principal que desarrolla el mantenimiento correctivo es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista.

2.2.5.2 Mantenimiento Preventivo

Según García [12], implica conocer el estado actual de cada equipo y sus componentes, dirigidas a la inspección periódica de activos de la planta, para descubrir las causas de sus anomalías que conducen a paros imprevistos de producción. Cualquier programa de Mantenimiento preventivo aplicado proporciona beneficios que sobrepasan los costos.

Las principales ventajas de este mantenimiento son las siguientes:

- Disminuir las paradas imprevistas de los equipos.
- Cambio del mantenimiento de “paros” a mantenimiento programado menos costoso, con lo que se logra un mejor control del personal, materiales y equipos.
- Aprovechar la intervención para realizar varias reparaciones.

2.2.5.3 Mantenimiento Predictivo

Según Cuatercasas [14], detalla al mantenimiento predictivo como un mantenimiento basado en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan; por eso se puede decir que es el mantenimiento del presente y, sobre todo, del futuro.

2.2.6. Indicadores de gestión mantenimiento

García[12], detalla que son indicadores que miden la evolución en el tiempo, es decir permiten evaluar el comportamiento y tendencia de las instalaciones, sistemas y equipos para implementar los planes de mantenimiento.

2.2.6.1. Disponibilidad

Según García[12], la disponibilidad es la capacidad de un equipo para estar en un estado arriba para desarrollar una función para la cual fue destinado en un momento de trabajo escogido. Los factores que influyen sobre la disponibilidad, el tiempo por medio para falla (MTTF) y el tiempo medio de reparación (MTTR).

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Asimismo este indicador se calcula entre las horas teóricas que puede trabajar un equipo menos las intervenciones que se realizará por mantenimiento del equipo.[14]

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas de paro por mantenimiento}}{\text{horas totales}}$$

A continuación, se reflejan algunos valores referenciales de disponibilidad de diferentes tipo de procesos en industrias.

Tipo de Proceso	Cuartil			
	Peor	3 ^{er}	2 ^{do}	Mejor
Continuo	<78%	78 - 84%	85 - 91%	>91%
Batch	<72%	72 - 80%	81 - 90%	>90%
Químico, Refinería, Energía	<85%	85 - 90%	91 - 95%	>95%
Papel	<83%	83 - 86%	87 - 94%	>94%

Fuente: Fluor Global Services - Estudio de benchmarking - NA, AP, EU - 1996

Figura 1. Valores referenciales de disponibilidad según las Industrias

Fuente. Fluor Global Services [15]

2.2.6.2.MTBF (Tiempo promedio entre fallas) (Confiabilidad)

Según García[12], indica el intervalo de tiempo más frecuentes entre el arranque del equipo y la aparición de una falla, es decir es el tiempo promedio transcurrido hasta la llegada de una falla. Su valor indica que mientras más alto sea, más alta es la confiabilidad del sistema.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas total de funcionamiento}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

2.2.6.3.MTTR(Tiempo promedio para reparar) (Mantenibilidad)

Según Cuatercasas [14], es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo después de una falla . Se obtiene dividiendo el tiempo total de las reparaciones entre el número total de fallas del Sistema.

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de inactividad}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

2.2.7. Diferencias entre fallas y averías

Según Boero [13], el fallo se define como evento o transición de estado de tiempo que pasa de buen a mal funcionamiento. Se produce cuando concurren un conjunto particular de circunstancias. Un fallo de un elemento es un suceso que origina un estado de avería.

La avería es el resultado de un fallo presente en un equipo que impide el funcionamiento de éste. [13]

2.2.8. Costos de mantenimiento

Según Espinosa [16], se pueden agrupar en dos categorías:

- Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como son: costos de mano de obra, de materiales, de repuestos.
- Costos por pérdida de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción.

2.2.9. Metodologías para un programa de mantenimiento

2.2.9.1. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Según Cuatercasas [14] es una técnica desarrollada en Japon , nace como necesidad por mejorar y controlar la calidad de productos y servicios. El TPM es la mejora permanente de la efectividad del equipo con la involucración del operador . Para el TPM se mide y controla :

Fallas del equipo , preparación , inactividad , defectos de calidad , reducción de velocidad , pérdida por arranque .

2.2.9.2. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

Para Espinoza [16] , es la metodología para asegurar que los recursos físicos continúen realizando lo que su contexto operación quieren que haga. El RCM se enfoca en que tareas deben hacerse , porque deben hacerse , cuando se harán.

2.2.9.3 Mantenimiento basado en la eficiencia (ECM)

Según Espinoza [16] , el ECM se enfoca en hacer las cosas correctamente , en vez de hacer las cosas bien . Hace énfasis en la administración de calidad del TPM , y del RCM . Asimismo analiza las practicas de mantenimiento existente , participación de los operarios y el servicio del cliente. Para implementar consta de fase : Participación de la gente , diagnóstico , implementación de estrategias , medición .

2.2.10 Análisis de criticidad

Para Parra [17] , Es una metodología que permite identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación . Asimismo la información requerida esta relacionado con las consecuencias , la frecuencia y los efectos de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional. Se toma los siguientes criterios :

- Flexibilidad operacional
- Impacto a la producción
- Costos de mantenimiento
- Impacto a la seguridad y medio ambiente
- Frecuencia de fallas

A continuación se presentan los factores ponderados diseñados para el proceso de jerarquización

Tabla 1. Factores ponderados para el análisis de criticidad

1.Frecuencia de falla	Puntaje
No más de 1 por año	1
Entre 2 y 15 por año	2
Entre 16 y 30 por año	3
Entre 31 y 50 por año	4
Más de 50 por año	5
2.IMPACTO SOBRE LA PRODUCCIÓN	Puntaje
Pérdidas de producción menor al 10%	1
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción superiores al 75%	10
3.FLEXIBILIDAD OPERACIONAL(MTTR)	Puntaje
Menos de 4 horas	1
Entre 4 y 8 horas	2
Entre 8 y 24 horas	3
Entre 24 y 48 horas	4
Mas de 48 horas	5
4.COSTOS DE MANTENIMIENTO	Puntaje
No origina ningún costo	0
Menos de 500	3
Entre 500 y mil	5
Entre mil y 5 mil	10
Más de 5 mil	25
5.IMPACTO AMBIENTAL	Puntaje
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja.	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta.	10
Contaminación ambiental alta, incumplimiento de normas, quejas.	25
6.IMPACTO EN SALUD Y SEGURIDAD DE PERSONAL	Puntaje
No origina heridas ni lesiones	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones graves con incapacidad temporal entre 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial permanente	25
9. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL	Puntaje
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos

Según Woodhouse [18], la criticidad de los activos se evalúa mediante la ecuación

$$\text{CRITICIDAD} = \text{Frecuencia de falla} * \text{Consecuencia}$$

En donde :

CONSECUENCIA

$$= (\text{Impacto operacional} \times \text{flexibilidad operacional}) + \text{Costo mantenimiento} \\ + \text{Impacto a seguridad ambiental y calidad}$$

Los resultados de los factores anteriores, se presentan en una matriz de criticidad.

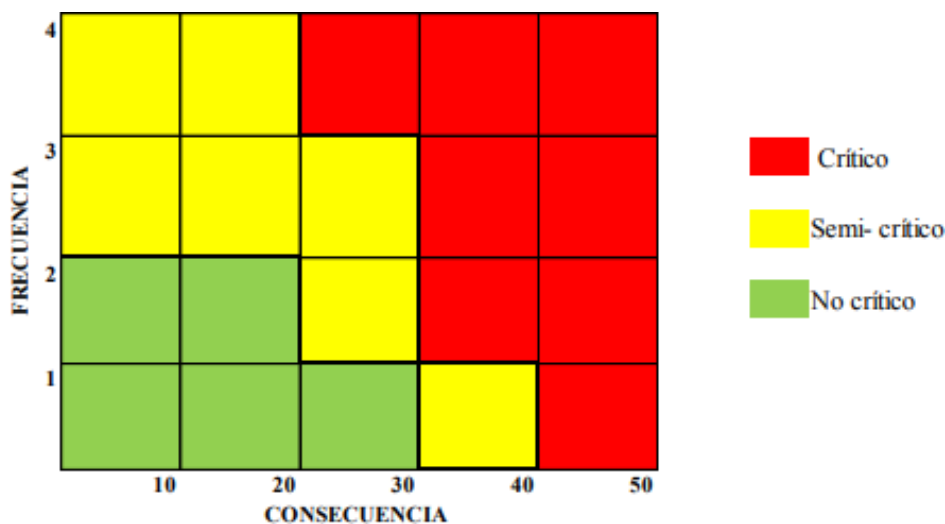


Figura 2. Matriz de Criticidad

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos

2.2.11. Árbol de fallas

Según Machiavelo [19] Son herramientas para localizar y corregir fallas. Así como se puede utilizar para prevenir o identificar fallas antes que ocurran, pero se usan con más frecuencia para analizar la seguridad de los sistemas o como herramienta para investigar la causa de las fallas

Los árboles de fallos pueden ser utilizados de forma independiente o en conjunto con otras técnicas de confiabilidad como es el caso del análisis AMEF que se utiliza para tener una previa información , teniendo como objetivo la identificación de la causa, determinar que modos o factores que tienen una máxima contribución en el potencial del fallo.

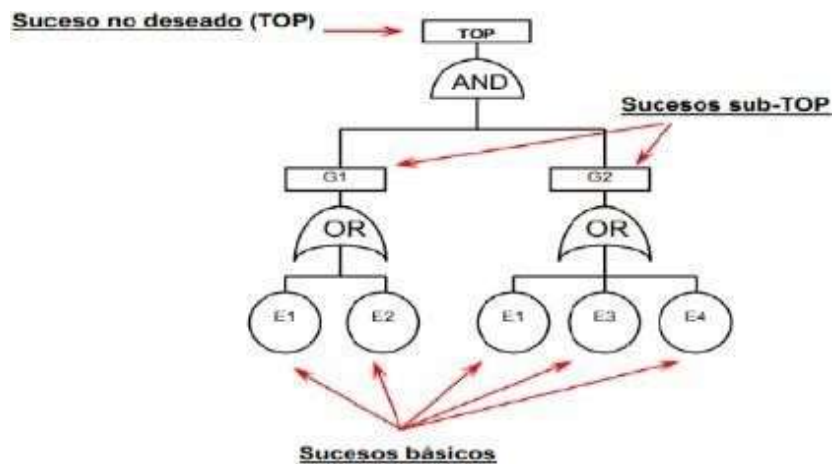


Figura 3. Árbol de fallas

Fuente. Introducción a los análisis de árboles de falla

2.2.12. Mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad (RCM)

Para Vatn [20], el RCM (siglas en inglés) es una metodología utilizada en las empresas industriales durante últimos años, con el objetivo de aumentar la confiabilidad de los equipo y reducir los costos de mantenimiento en la optimización del mantenimiento preventivo. El procedimiento consta de dos etapas: la primera un análisis del modo defallo, efectosque permita identificarlos posibles efectos de los fallos y análisis de la criticidad para determinar los equipos críticos y la segunda la aplicación de los diagramas de decisión lógica para especificar el mantenimiento preventivo adecuado en función a las respuestas de las preguntas del diagrama de decisión.

Según Parra et al. [17], lo define como un proceso de gestión de mantenimiento, se encarga de optimizar la confiabilidad de un sistema que funciona bajo condiciones definidas. El RCM se basa en analizar y responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las funciones y sus estándares de operación en cada sistema, Tomando en cuenta el contexto operacional?
- ¿Respecto a sus funciones como falla cada equipo?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué pasa cuando ocurre cada falla?
- ¿Cuál es el impacto real de cada falla?
- ¿Cómo se puede prevenir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no es posible prevenir una falla funcional?

2.2.12.1. Fases de implantación del RCM

Según Parra et al. [17], se puede dividir en dos fases:

I Fase Inicial:

- Formación del equipo natural de trabajo.

II Fase de Implantación:

- Selección del sistema y definición del contexto operacional.
- Análisis de los modos y efectos de fallos.
- Aplicación de la lógica RCM.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

A. Formación del equipo natural de trabajo:

Para dar respuesta a las 7 preguntas básicas del RCM, es necesario que las personas que trabajan diariamente con los equipos .

B. Técnicas de análisis de criticidad:

Es el proceso de jerarquización de los equipos basado en la matriz de criticidad que integra el análisis de probabilidad (frecuencia) de que se produzca un fallo y las consecuencias que pueden originar estos fallos.

C. Análisis de los modos y efectos de fallos (AMEF) :

El AMEF está reflejado en la norma UNE 20812 [21], en la cual es un método de análisis de fiabilidad que está dirigido a identificar aquellos fallos cuyas consecuencias afectan de manera significativa al funcionamiento del sistema en una aplicación determinada. Asimismo es la herramienta principal del RCM que ayuda a responder las primeras cinco preguntas básicas del RCM.

El objetivo es encontrar todas las formas o modos en los que puede fallar un activo e identificar las posibles efectos de los fallos, los fallos asociados a cada función del activo, así como los modos de fallos asociados a cada fallo y se establece los efectos y consecuencias asociados a cada modo de fallos. [21]

Tabla 2. Análisis de Modos y Efectos Falla (AMEF)

Análisis Modal de fallos y efectos (AMEF)						Código				
						Revisado por				
Equipo:						Situación Actual				
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Efecto de falla	Causas potenciales de fallo	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del riesgo

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos

El desarrollo del AMEF se sigue con el siguiente procedimiento

- Determinar **la función de cada componente del equipo**, así como su falla funcional
- **Establecer los modos potenciales de falla:**

Para cada modo potencial de la falla es la manera o situación en que se puede presentar una falla. Se formulan unas preguntas ¿De qué forma podría fallar la parte o proceso? (roto, flojo, fracturado, equivocado, deformado).

- **Determinar el efecto de la falla**

Para el efecto de la falla es el impacto que ocurre cuando no se previene ni corrige la falla. (Deterioro prematuro, ruidoso, , paros en el proceso)

- **Determinar la causa de la falla**

Para la causa de la falla es la deficiencia, los motivos que llevan al modo de falla. (diseño, ambiente, vibración, fatiga, corrosión, obstrucción)

- **Determinar el grado de severidad**

Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla en el cliente. Se utiliza una escala de 1 a 10.

- **Determinar el grado de ocurrencia**

Para estimar el grado de ocurrencia, se debe tomar en cuenta la probabilidad en que se produzca la falla potencial. Se utiliza una escala de 1 a 10.

- **Determinar el grado de detección**

Se debe tomar en cuenta la probabilidad en que se detecta el modo de falla . Se utiliza una escala de 1 a 10. (Ver tabla 3)

- **Por último se calcula la prioridad del riesgo (NPR)**

Se obtiene a través de la multiplicación del grado ocurrencia, severidad y detección que nos indica la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla.

$$\text{NPR} = \text{GRADO DE OCURRENCIA} \times \text{SEVERIDAD} \times \text{DETECCIÓN}$$

Prioridad de NPR:

- ✓ 500 – 1000 Alto riesgo de falla
- ✓ 125 – 499 Riesgo de falla medio
- ✓ 1 – 124 Riesgo de falla bajo
- ✓ 0 No existe riesgo de falla

Se deben prestar atención a los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo.

Tabla 3. Escala para evaluar el grado de la severidad, ocurrencia y detección en el AMEF

Índice de Severidad del Fallo (S)	Índice de Ocurrencia (O)	Índice de detección (ND)	Escala	Valores
1. La falla del Equipo no afecta a la especificación del producto o su rendimiento. 2. No hay tiempo de paro de la línea productiva.	Experiencia no concurrente	Controles para detectarlo, pero puede pasar desapercibido.	Escasa	1
	Existe Mantenimiento predictivo.	Reparado sin afectar producción.		
1. La falla del Equipo afectará levemente la especificación del producto o su rendimiento. 2. El tiempo de paro de la línea productiva debido a la falla del Equipo es de menos de 15 min.	Experiencia no concurrente muy remota.	Controles para detectarlo, pero puede pasar desapercibido.	Baja	2-3
	Existe Mantenimiento predictivo y Auto Control.	Reparado afectando producción.		
1. La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de producción que afectar el rendimiento. 2. El tiempo de interrupción de la línea productiva es de menos de 15 minutos hasta 1 hora máximo.	Experiencias concurrentes.	Existen controles pero no se aplica	Moderada	4-5-6
	Mantenimiento preventivo Auto Control no eficaz.	Reparado afectando producción		
1. La falla del Equipo podría causar un volumen moderado de producción . 2. El tiempo de interrupción de la línea o puede ser desde 1 horas hasta 4 horas máximo.	Experiencias concurrentes	Controles no concebido, pero se puede detectar	Alta	7-8
	No hay establecido Auto Control.	Reparado afectando producción		
1. La falla del Equipo podría causar un volumen de producción importante fuera de especificación o afectar seriamente el rendimiento.	Experiencias concurrentes.	Controles no concebido, pero el efecto pasa	Muy Alta	9-10
	No hay establecido Auto Control	Reparado afectando producción.		

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activo.

D. Hoja de decisión R.C.M. [18] :

Es una herramienta que permite seleccionar la actividad de mantenimiento más adecuada, así como registrar las respuestas a las preguntas del diagrama de decisión RCM (ver Figura 2)

Tabla 4. Hoja de decisiones RCM

HOJA DE DECISIONES																
Función :			Aprobado						Aprobación							
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas a realizar	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=sem, d=día)	A realizarse por:
								H1	H2	H3						
	S1	S2	S3													
	O1	O2	O3													
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos

El formato de la hoja de decisión consta de 3 columnas descritas por F,FF Y FM (función, falla funcional, modo de falla), identifican los modos de fallo bajo consideración. Las siguientes columnas hacen referencia a las preguntas del diagrama de decisión de R.C.M. .La hoja de decisión RCM esta dividida en 16 columnas:

- Las columnas (H,S,E,O Y N), se registran las respuestas con respecto a la preguntas de las consecuencias de cada modo fallo.
- H1/S1/O1/N1 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea a condición apropiada.
- H2/S2/O2/N2 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea de reacondicionamiento cíclico.
- H3/S3/O3/N3 es usada para registrar si se pudo encontrar una tarea de sustitución cíclica
- Las columnas H4 y H5, se registra las respuestas de las preguntas “a falta de” si debe hacerse unatarea de búsqueda de fallas, un rediseño.
- Las últimas columnas se registran la tarea seleccionada, la frecuencia y el responsable.

La hoja de decisión RCM muestra la acción que se debe realizar para tratar cada modo de falla y el porque se ha seleccionado.

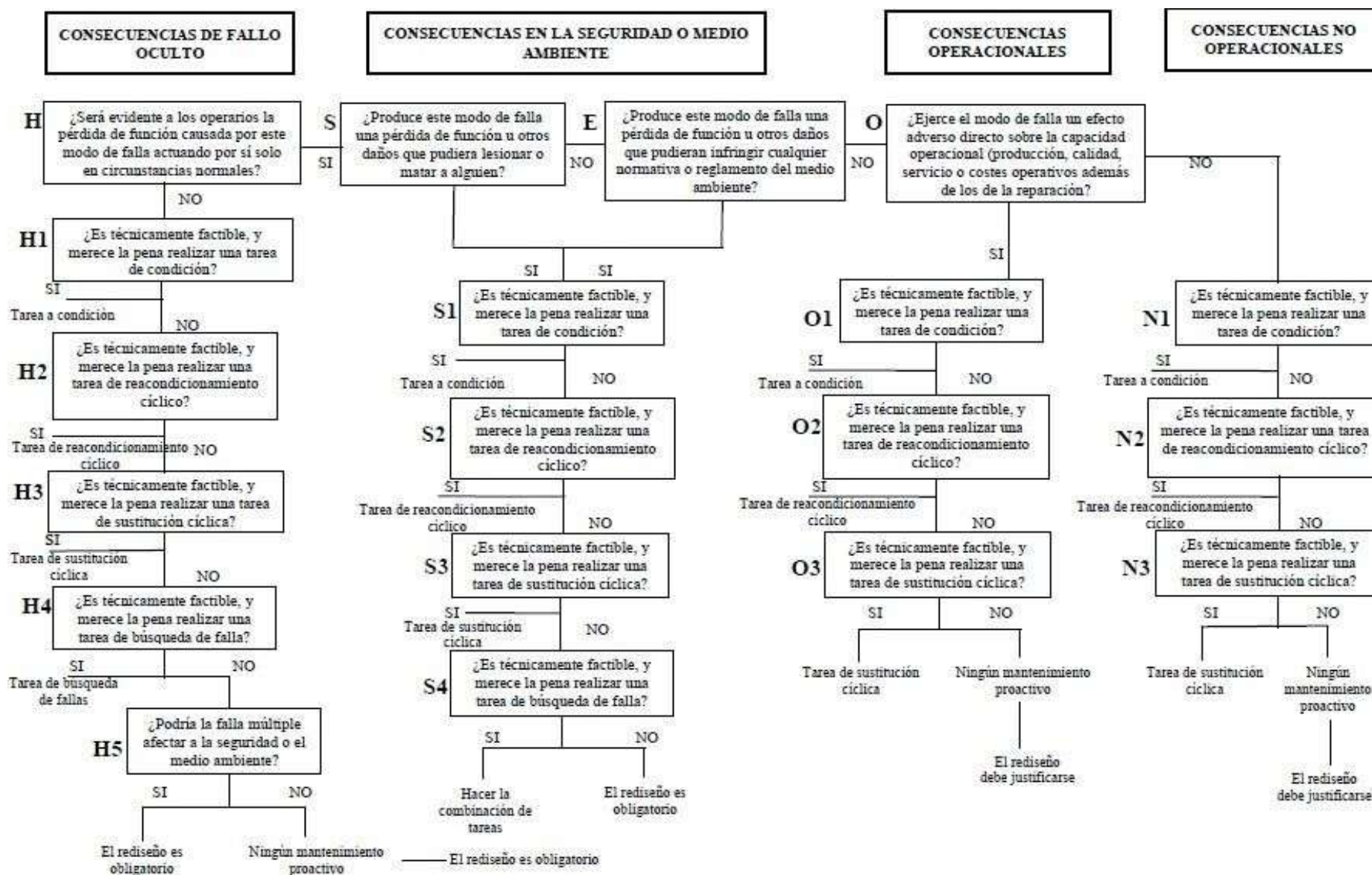


Figura 4. Diagrama de decisión RCM
 Fuente. Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos

2.2.13. Codificación de las máquinas

Para Boero [13], La codificación para las máquinas significa dar una dirección para lograr ubicarlas y unas siglas representativas del nombre para identificarlas. La codificación permite un control y gestión sobre las características generales y su información técnica. La clasificación es la siguiente:

ABC - COMP – 123 , en donde

- ABC: Tipo de máquina.
- COMP: Componente que pertenece a la máquina.
- 123: Consecutivo

2.2.14. Métodos de factores ponderados

Según Heizer y Render [22] es un método general de análisis que permite considerar toda clase de consideraciones o criterios de carácter cuantitativo de las diferentes alternativas para conseguir elegir una o varias localizaciones, métodos, técnicas válidas. A continuación, se presentan los pasos a seguir.

- 1° Determinar una relación de factores o criterios relevantes a confrontar.
- 2° Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa
- 3° Fijar una escala a cada factor. Ejemplo :1 -10 ó puntos.
- 4° Hacer que los directivos evalúen cada localización para cada factor.
- 5° Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización.

2.2.15 .Diagrama de Pareto

Para Niebel y Freivalds [23] El principio de Pareto es una herramienta gráfica que muestra los datos categorizados en orden descendente con base en la frecuencia de ocurrencia. En otras palabras si el 20% de los defectos causan el 80% de los problemas, entonces a la empresa le interesa esforzarse para arreglar los defectos en cuestión con tal de mejorar. Por ejemplo el 20% del tiempo de ajuste de las máquinas arregla el 80% de los problemas.

2.2.16. Productividad

Según Vásquez [24], es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos pre-determinados. El objetivo es fabricar artículos a un menor costo a través del empleo eficiente de los recursos primarios de producción: materiales, hombres, maquinaria etc. Para la medición de la productividad en una empresa, se tiene las siguientes fórmulas:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Resultados Logrados}}{\text{Recurso Empleado}}$$

Para Heizer y Render [22] es la proporción de outputs (bienes y servicios) dividida por los inputs(recursos como el trabajo o el capital).

Los outputs que son los resultados se miden en unidades producidas, utilidades, productos vendidos, mientras que los recursos que se utilizan se mide por medio de tiempo total utilizado , horas – máquinas , tiempo empleado de trabajadores , etc.

$$\text{productividad de tiempo} = \frac{\text{Producción}}{\text{tiempo empleado para la producción}}$$

$$\text{productividad de máquina} = \frac{\text{Producción}}{\text{consumo de máquinas para producción}}$$

$$\text{productividad total} = \frac{\text{Producción}}{[(\text{mano obra} * \text{costo}) + (\text{materia prima} * \text{costo}) + (\text{consumo energía})]}$$

Los criterios para incrementar la productividad se da de las siguientes formas [22]

- Aumentando la producción y el costo permaneces constante. En otras palabras, aumentar los outputs mientras los inputs permanecen iguales.

$$\Delta Pr = \frac{\Delta P}{kC}$$

- La producción permanece constante y se reduce el costo. En otras palabras , reduciendo los inputs mientras los outputs permanecen constantes.

$$\Delta Pr = \frac{kC}{\nabla C}$$

- Cuando porcentaje de incremento de la producción es mayor que el porcentaje de incremento del costo, es decir : la producción crece más rápido que los costos.

$$\Delta Pr = \frac{\% \Delta P}{\% \Delta C} , \quad \% \Delta P > \% \Delta C$$

- Cuando el porcentaje de decremento de la producción es menor que el porcentaje de decremento del costo, es decir : los costos decrecen más rápido que la producción .

$$\Delta Pr = \frac{\% \nabla P}{\% \nabla C} , \quad \% \nabla P > \% \nabla C$$

2.2.17. Coeficiente beneficio – costo (B/C)

Según García [25] el coeficiente de beneficio – costo es un criterio adicional que ayuda a la toma de decisiones a la hora de invertir en un proyecto.

- Si la relación B/C es igual a la unidad, entonces el proyecto no presenta ni beneficios ni pérdidas. Por lo que, la decisión que se tome con respecto al proyecto es indiferente.
- Si la relación B/C es mayor que la unidad, el beneficio es superior al costo. Por lo que, se decide ejecutar el proyecto.
- Si la relación B/C es menor que la unidad, no existe beneficio, por el contrario, se registran pérdidas. Por lo que, se decide rechazar el proyecto.

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

En el presente objetivo se realizó un diagnóstico la productividad y gestión de mantenimiento actual del proceso de productivo de la empresa. Para ello se describe de la estructura organizacional de la empresa, productos, la gestión de mantenimiento actual, así como mostrar los indicadores de productividad y mantenimiento . Asi como el impacto económico negativo que ha generado en la empresa.

3.1.1. La empresa

Agronegocios Sicán S. A. C. es un empresa que se dedica al procesamiento y comercialización de granos secos, contando así con granos seleccionadas de calidad. Se inicia sus actividades desde el 2008 a diferentes municipalidades de Lambayeque y Lima .Así mismo en el año 2012 se trabaja con instituciones del estado como INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil) con el abastecimiento de granos. Ahora se menciona datos referentes a la empresa.

- **Ubicación:** Prolongación Av. Lora y Lora (altura KM. 775 Carretera Panamericana Norte), Chiclayo, Lambayeque.
- **Fecha de inicio de actividades:** Enero del 2008.
- **RUC:** 20480515456

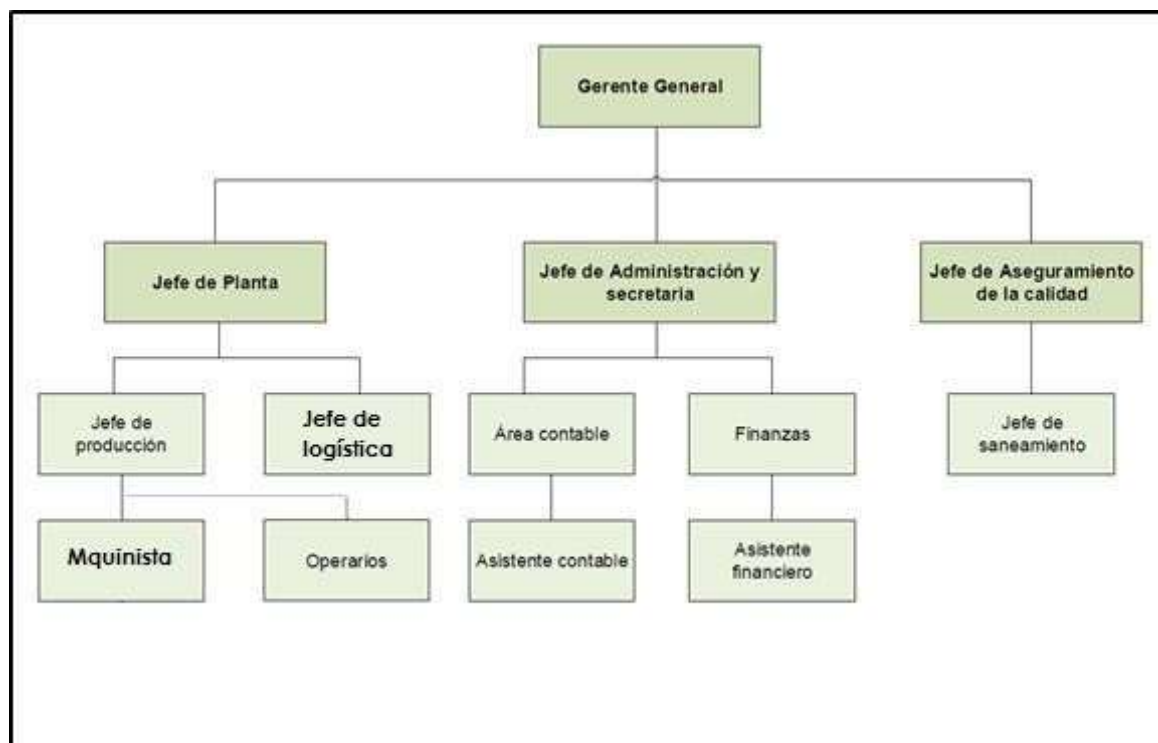


Figura 5. Organigrama de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

La empresa cuenta con un total de 21 trabajadores en planilla. En la tabla 5 se presenta la cantidad de personal por áreas.

Tabla 5. Personal de la empresa

Área	Puesto	Cantidad
Gerencia	Gerente general	1
Administración	Jefe de administración	1
	Asistentes de administración	3
	contador	1
Producción	Jefe de Logística	1
	Jefe de planta	1
	Operarios de producción	12
	Operador de máquina	1
	TOTAL	21

Fuente: Agronegocios Sicán S.A.C.

3.1.2. Formación del personal de producción

En la tabla 6 se aprecia la formación y experiencia con las que cuentan los operarios de producción, en donde la mayoría solo cuenta con educación secundaria que es la mínima exigible.

Tabla 6. Formación de los Operarios de producción

Operario	Área/puesto	Formación	Experiencia	
Operario 1	Pre-limpia	Educación Secundaria	1 año	
Operario 2	Gravimétrica	Educación Secundaria	1 años	
Operario 3	Escogido	Educación Secundaria	2 meses	
Operario 4		Educación Secundaria	2 meses	
Operario 5		Educación Secundaria	5 meses	
Operario 6		Educación Secundaria	3 meses	
Operario 7		Educación Secundaria	2 meses	
Operario 8		Educación Secundaria	1 mes	
Operario 9		Educación Secundaria	1 mes	
Operario 10		Educación Secundaria	2 meses	
Operario 11		Envasado	Educación Secundaria	4 meses
Operario 12			Educación Secundaria	6 meses
Operador de máquina	Todas	Técnico electricista mecánico	1 año y 6 meses	

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Por otro lado en la tabla 7 , se muestra a los operarios si cuentan con alguna capacitación , y la mayoría no ha recibido una capacitación por parte de la empresa.

Tabla 7. Capacitación del Operario

Operario	Capacitación	
	Si	No
Operario 1		X
Operario 2		X
Operario 3		X
Operario 4		X
Operario 5		X
Operario 6		X
Operario 7		X
Operario 8		X
Operario 9		X
Operario 10		X
Operario 11		X
Operario 12		X
Operador de máquina		X

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Esto dificulta que el personal de producción tengan sus funciones definidas en la empresa.

3.1.3 Descripción del Sistema de Producción

3.1.3.1. Productos

La empresa cuenta con los distintos granos secos que llegan de diferentes proveedores en sacos de 50 kg para su procesamiento en la cual se le extrae toda impurezas, material extraño y en mala condición del grano , para su posterior empaque.

- **Frijol caballero:** es el grano maduro, procedente de los géneros *Phaseolus lunatus L.* Su aspecto es de color crema palido. Posee un alto contenido en proteínas y fibra, siendo una fuente excelente de minerales como potasio, hierro, ácido fólico entre otros.



Figura 6. Frijol caballero

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Frijol Castilla:** es el grano maduro, procedente de los géneros *Vigna unguiculata*. Su color es de color crema con una mancha negra de forma irregular. Es envasado en bolsas de polietileno. Es muy valorado por su alto contenido de proteína y sirve para combatir la anemia .



Figura 7. Frijol castilla

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Pallar baby** : Es el grano maduro procedente de la especie *Phascolus lunatus L.*. Producto envasado en bolsas de polietileno de baja densidad sellado herméticamente.



Figura 8. Pallar Baby

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Frijol palo:** Su color es decolor pajizo con rayas moradas, procedente de la especie *Cajanus cajan*. Es importante en la dieta de las personas que tienen diabetes , su consumo ayuda a disminuir los niveles de glucosa y problemas renales.



Figura 9. Frijol Palo

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Lenteja** : Es el grano maduro procedente de la especie *Lens culinaris Medikusforna* parte de la familia de las leguminosas. Es un alimento rico en proteínas de origen vegetal, ácido fólico , hierro y magnesio.



Figura 10. Lenteja

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Frijol panamito:** Pertenece a la especie *Phaseolus vulgaris* L. Es un grano de color blanco, de suave textura y agradable sabor. Rico en proteínas, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas



Figura 11. Frijol Panamito

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

3.1.2.2. Sub productos

La empresa obtiene como subproductos el grano seco en descarte , debido a los diferentes problemas de calidad que este presenta producto de las labores de campo .Asimismo sirve como alimento de animales .El descarte se obtiene de las etapas de gravimétrica y escogido.

- **Grano arrugado :** Esta característica se presenta en la cosecha, cuando la humedad del grano es elevada.



Figura 12. Grano arrugado

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Grano partido :** se presenta en la cosecha cuando es mecanizada y no ajusta la máquina de acuerdo a sus especificaciones.



Figura 13. Grano partido

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Grano manchado:** Este problema se presenta cuando se cosecha la planta antes del tiempo o por uso excesivo de insecticidas.



Figura 14. Grano manchado

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

3.1.3.3. Desperdicios

El proceso de producción de la empresa arrojan desperdicios que no genera un valor extra a terceros ni son reutilizados. La empresa utiliza bolsas de sacos de polipropileno que una vez utilizadas son arrojadas.

3.1.3.4. Desechos

La empresa genera como desecho las pajitas, piedras, grano de peso liviano y piedras de mediano tamaño que se obtienen como residuo después de la etapa de Pre Limpia y Selección Gravimétrica.

3.1.4. Recursos del proceso productivo

3.1.4.1. Materia prima

La principal materia prima es el grano seco en sus diferentes variedades ya sea frijol cabalero, frijol castilla, pallar baby, frijol palo, lenteja, frijol panamito. Rico en proteínas, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas.

3.1.4.2. Insumos

Los insumos que participan en el procesamiento de grano secos son : sacos de polipropileno, insecticida.

A. Sacos de polipropileno

Se utilizan en la etapa de envasado en el procesamiento de grano seco en presentación de bolsa de 50 kg.

B. Insecticidas

Una vez envasado el productos para su conservación y evite su infección de plagas se fumiga con insecticida.

3.1.4.3. Herramientas

A. Cosedora de sacos

Se utiliza para cerrar los sacos de polipropileno. Esta herramienta se emplea por un operario en el área de envasado.

B. Tazón

Es utilizado por los operarios en la etapa de escogido en la faja transportadora para retirar todo material extraño que se encuentre en el grano.

C. Balanza

Es utilizado por el operario en la etapa de envasado para verificar el peso adecuado del saco.

3.1.4.4. Máquinas


La empresa cuenta con 11 máquinas que se utilizan en el proceso productivo de los granos secos , de las cuales algunas se realiza una descripción de las máquinas con sus respectivas especificaciones técnicas. En la tabla 8 , se muestra la ficha técnica la mesa de pre limpia . La empresa cuenta con dos máquinas

A. Mesa de prelimpia

- Descripción de la operación

Mediante una corriente de aire arrastrando las impurezas al exterior y los granos los clasifica por medio de tamices de diferentes tamaños según variedad.

Tabla 8.Ficha técnica de la Mesa de Pre-limpia

NOMBRE DEL EQUIPO	Mesa de Pre.limpia
MARCA	-
CODIGO	
AÑO DE FABRICACION	2 013
UBICACIÓN	Proceso de producción
ESPECIFICAS TECNICAS -Dimensiones: Largo 2m Ancho 1,2 m Alto 1,8 m -Capacidad 1500 kg/h -2000 kg/h -Voltaje (v) 220/380 -Potencia(HP) 2 -Motor WEG - Componentes Polea, Malla acero 3/4",1/2", 1/4" Resortes,chumaceras Motor eléctrico,motorreductor	
Función	Es una máquina que se encarga de la filtración de las pajas y piedras más grandes por medio de tamices de diferentes calibres.

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

B. Elevador de cangilón

- **Descripción de la operación**

Es un elevador de 8 m que permite transportar verticalmente el producto por medio de un cangilón fijado sobre la banda que eleva al granel y por la parte superior se produce la descarga a una tolva. .

En la Tabla 9 se muestra la ficha técnica de los elevadores de cangilones . La empresa cuenta 4 de estas.

Tabla 9. Ficha técnica de los elevadores de Cangilones

NOMBRE DEL EQUIPO	Elevador de Cangilones
MARCA	-
CODIGO	
AÑO DE FABRICACION	2 011
UBICACIÓN	Proceso de Producción
ESPECIFICAS TECNICAS -Dimensiones: Largo 35 cm Ancho 20 cm Alto 8 m -Capacidad 1500 kg/h - 2000 kg/h -Voltaje (v) 220/380 -Potencia (HP) 2 -Motor WEG - Componentes Cangilón, rodillos, Polea motriz Motor eléctrico , Motor reductor. Banda.	
Función	Es una máquina que permite el transporte de granos de una etapa a otra del proceso


Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

C. Mesa gravimétrica

- **Descripción de la operación**

Consiste en un tamiz inclinados que son sacudidas por una corriente de aire. En la parte superior del tamiz se pasa el granos menos pesado, mientras que el grano mas pesado y menor tamaño cae por la otra pendiente de la bandeja. En la Tabla 10 se muestra la ficha técnica de las mesa gravimétricas. La empresa cuenta 2 de estas.

Tabla 10. Ficha técnica de Mesa Gravimétrica

NOMBRE DEL EQUIPO	Mesa gravimétrica
MARCA	-
CODIGO	
AÑO DE FABRICACION	2 013
UBICACIÓN	Proceso de Producción
ESPECIFICAS TECNICAS -Dimensiones: Largo 2 m Ancho 1,8 m Alto 10 m -Capacidad 1500 kg/h -2000 kg/h -Voltaje (v) 440 -Potencia(HP) 5 -Motor WEG - Componentes Polea,Chumaceras Motor eléctrico,Motor reductor,2 Resortes, ventilador	
Función	Es una máquina que se encarga de separar los granos según su peso .Consiste en un tamiz inclinados que son sacudidas por una corriente de aire.


Fuente. Agronegocios SicánS. A. C.

D. Faja transportadora

- **Descripción de la operación**

Transporta el producto por la banda que es arrastrada por la fricción de sus tambores cuando que es accionado por su motor. . Los operarios seleccionan el grano que no este bueno y no se ha filtrado anteriormente. En la Tabla 11 se muestra la ficha técnica de las fajas transportadores . La empresa cuenta 3 de estas.

Tabla 11. Ficha técnica de la Faja transportadora

NOMBRE DEL EQUIPO	Faja transportadora
MARCA	-
CODIGO	
AÑO DE FABRICACIÓN	2 011
UBICACIÓN	Proceso de Producción
ESPECIFICAS TECNICAS -Dimensiones: Largo 2 m Ancho 1,8 m Alto 10 m -Capacidad 50 kg /m -Voltaje (v) 220/380 -Potencia(HP) 2 -Motor WEG - Componentes 4 chumaceras ,1 Tambor motriz 2 Rodillo ,Motor eléctrico/ Motor reductor/ fajas	
Función	Es una máquina que se encarga de transportar en forma continua el grano .

Fuente. Agronegocios SicánS. A. C.

3.1.5.Descripción de las etapas del proceso de producción

El proceso de producción está conformado por las siguientes operaciones

- **Recepción de la materia prima:** El grano llega en sacos por medio de camiones a la empresa y pasa a la balanza donde se pesa los sacos y se separa.
- **Pre-limpia :** Los sacos de grano es vaciado en un tolva en la cual es transportada por el elevador a la mesa de pre-limpia donde es su primer filtro donde se extrae la paja y piedras más grandes y se clasifica por medio de una mal en tamaño de $\frac{1}{2}$ " , $\frac{3}{4}$ " , $\frac{1}{4}$ " para luego ser trasladada por otro elevador a un silo, la cual es un almacén temporal.
- **Selección y clasificación Gravimétrica:** Los granos son transportados a gravimétricas en donde se usa el principio de la gravedad para separar los granos defectuosos de los granos sanos y los selecciona de acuerdo a su peso lo que permite presentar un grano uniforme y con buena calidad.
- **Escogido:** Una vez realizado la clasificación gravimétrica es transportado por un elevador hacia un silo y a menor velocidad hacia las fajas transportadoras para poder ser escogido manualmente por las escogedoras como último filtro y lo acumulan en baldes.
- **Envasado:** Los granos son enviados a una tolva, en donde un operario se encarga de llenar los sacos con el grano bueno, teniendo en cuenta de que estos pesen 50 kg y se cose con la ayuda de una máquina cosedora. Asimismo el grano puede ir a la empaquetadora donde pasa por un dosificador que gradúa la cantidad de grano que se quiere empacar y pasa por un sistema de sellado en la cual sella la bolsa. Por último se apila para posteriormente ser separados lote por lote.
- **Almacén:** Los sacos son trasladados hacia el área de almacenamiento a la espera de ser entregados a los clientes respectivos.

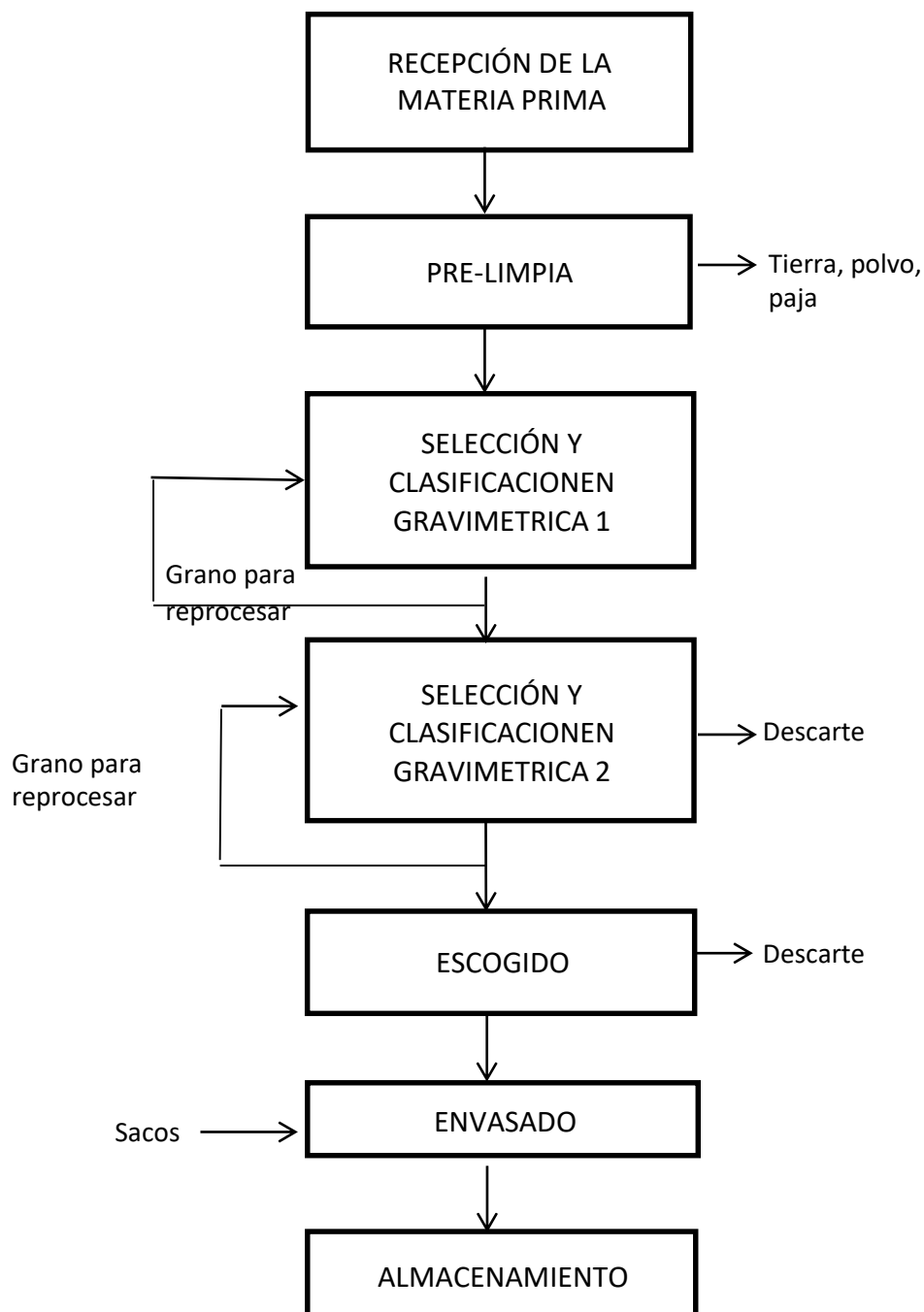


Figura 15.Diagrama de Bloques de Procesamiento de menestras

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

3.1.6. Sistema de producción

La empresa cuenta con un sistema de producción tipo continuo debido a que su flujo de producción es en grandes cantidades y constante sin pausa. Asimismo si se para una máquina puede retrasar el flujo del proceso.

3.1.7. Producción de granos secos

En la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. procesa diferentes variedades de granos secos provenientes de campo , se considera la cantidad de producción de grano secos que ha sido procesado. En la tabla 12 se puede observar la producción de las diferentes variedades de granos secos procesado.

Tabla 12. Cantidad de producción de Setiembre 2017 – Agosto del 2018 (Kg)

MES	Pallar Bebe (kg)	Arverja Partida (kg)	Frijol Castilla (kg)	Frijol Panamito (kg)	Frijol Canario (kg)	Lenteja (kg)	TOTAL (KG)
Sep-17	36 001	36 001	23 400	14 400	5 400	64 801	180 003
Oct-17	39 706	39 706	25 809	15 882	5 956	71 470	198 529
Nov-17	49 335	49 335	32 068	19 734	7 400	88 804	246 677
Dic-17	43 460	43 460	28 249	17 384	6 519	78 229	217 302
Ene-18	33 696	33 696	21 903	13 479	5 054	60 654	168 482
Feb-18	32 777	32 777	21 305	13 111	4 916	58 998	163 883
Mar-18	47 147	47 147	30 646	18 859	7 072	84 865	235 736
Abr-18	38 529	38 529	25 044	15 412	5 779	69 352	192 644
May-18	42 676	42 676	27 739	17 070	6 401	76 816	213 378
Jun-18	50 607	50 607	32 895	20 243	7 591	91 093	253 035
Jul-18	36 092	36 092	23 460	14 437	5 414	64 965	180 458
Ago-18	31 935	31 935	20 757	12 774	4 790	57 482	159 673
TOTAL							200 816

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 13 se observa los ingresos por la venta de cada producto de Setiembre 2017 hasta Agosto del 2018.

Tabla 13. Ventas de Setiembre del 2017 hasta Agosto del 2018 (Soles)

MES	Pallar Bebe (S/.)	Arverja Partida (S/.)	Frijol Castilla (S/.)	Frijol Panamito (S/.)	Frijol Canario (S/.)	Lenteja (S/.)	TOTAL (S/.)
Sep-17	118 802	133 562	105 302	77 761	24 300	246 244	705 972
Oct-17	131 029	147 309	116 139	85 765	26 801	271 588	778 631
Nov-17	162 807	183 034	144 306	106 564	33 301	337 454	967 467
Dic-17	143 419	161 238	127 122	93 874	29 336	297 269	852 258
Ene-18	111 198	125 014	98 562	72 784	22 745	230 483	660 786
Feb-18	108 163	121 601	95 872	70 797	22 124	224 192	642 749
Mar-18	155 586	174 916	137 906	101 838	31 824	322 487	924 557
Abr-18	127 145	142 942	112 697	83 222	26 007	263 537	755 550
May-18	140 829	158 326	124 826	92 179	28 806	291 901	836 869
Jun-18	167 003	187 752	148 025	109 311	34 160	346 152	992 403
Jul-18	119 102	133 900	105 568	77 958	24 362	246 867	707 756
Ago-18	105 384	118 477	93 409	68 979	21 556	218 433	626 238
TOTAL							S/9 451 236

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 14 se muestra las utilidades generadas de Setiembre 2017-Agosto 2018 las cuales alcanzan un valor de S/. 2 010 966 se obtuvo de la suma total de las utilidades generadas por cada mes, las que se obtuvieron de la diferencia de las ventas y el costo de producción.

Tabla 14. Ingreso , Costo de producción y utilidades de Setiembre 2017-Agosto 2018

MES	Producción (Kg)	Ventas (S/.)	Costo producción(S/.)	Utilidades (S/.)
Sep-17	180 003	S/. 705 972	555259	150 713
Oct-17	198 529	S/. 778 631	615308	163 323
Nov-17	246 677	S/. 967 467	771375	196 092
Dic-17	217 302	S/. 852 258	676159	176 099
Ene-18	168 482	S/. 660 786	517915	142 871
Feb-18	163 883	S/. 642 749	503007	139 742
Mar-18	235 736	S/. 924 557	735911	188 646
Abr-18	192 644	S/. 755 550	596233	159 317
May-18	213 378	S/. 836 869	663440	173 429
Jun-18	253 035	S/. 992 403	759569	232 834
Jul-18	180 458	S/. 707 756	556733	151 023
Ago-18	159 673	S/. 626 238	489361	136 877
				S/. 2 010 966

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 15 se aprecia la demanda, producción de los productos de Setiembre 2017- Agosto2018, en donde se analizó los registros de pedidos de los clientes, apuntes de cuadernos, en donde la demanda es mayor que la producción por los diferentes problemas que se presentan en las empresa.

Tabla 15. Demanda, Producción y Utilidad no percibida de menestras no procesados(kg) de Setiembre 2017 - Agosto2018

MES	Demanda (kg)	Ingreso demanda (S/.)	Producción (kg)	Ingreso Ventas (S/.)	Demanda Insatisfecha (kg)	Utilidad no percibida (S/.)
Sep-17	198 003	801 278	180 003	705 972	18 000	95 306
Oct-17	218 382	883 746	198 529	778 631	19 853	105 115
Nov-17	271 345	1 098 075	246 677	967 467	24 668	130 608
Dic-17	239 032	967 313	217 302	852 258	21 730	115 055
Ene-18	185 330	749 993	168 482	660 786	16 848	89 206
Feb-18	180 271	729 520	163 883	642 749	16 388	86 771
Mar-18	259 310	1 049 372	235 736	924 557	23 574	124 815
Abr-18	211 908	857 549	192 644	755 550	19 264	101 999
May-18	234 716	949 846	213 378	836 869	21 338	112 977
Jun-18	278 339	1 126 378	253 035	992 403	25 304	133 974
Jul-18	198 504	803 303	180 458	707 756	18 046	95 547
Ago-18	175 640	710 780	159 673	626 238	15 967	84 542
TOTAL						S/.1 275 917

Se observa que la empresa no cumple con los pedidos de sus clientes la cual genera su utilidad no percibida de S/. 1 275 917 de los últimos , existe una demanda insatisfecha por lo que se representará en una gráfica para una visión más clara.

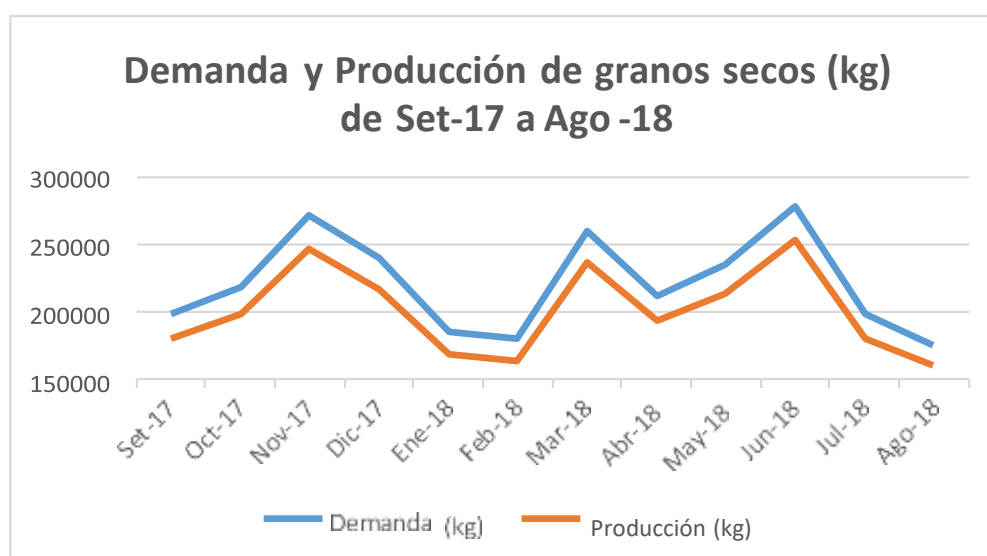


Figura 15. Demanda y Producción de granos secos (kg)

Fuente. Agronegocios Sican S. A. C.

3.1.8.1. Análisis del contexto operacional

En la actualidad, existen horas paradas en el pleno proceso de producción de granos secos debido a los mantenimientos correctivos que se le aplica a las máquinas cuando estas comienzan a fallar.

El trabajo de mantenimiento correctivo es realizado por el operador de máquina quien actúa bajo la orden del jefe de Planta al encontrar la avería de la máquina, en donde se realizan dentro de las horas de producción desde 8:00 am hasta las 5 pm que termina el día.

- **Jefe de Planta :** lleva un registro de las averías de cada máquina del área del proceso productivo de las cuales está bajo su responsabilidad.
- **Operador de máquina:** se encarga de la preparación y manejo de las máquinas del proceso productivo. Es un técnico que realiza las funciones de electricista y mecánico, e interviene al momento de llevar a cabo algún tipo de mantenimiento correctivo.

A. Acciones a tomar cuando se presenta el fallo

En pleno proceso de producción se puede escuchar ruidos extraños o vibraciones fuera de lo normal. En ese momento el operador de máquina avisa al jefe de planta para acudir al tablero general de control para presionar el botón de detención del funcionamiento de la máquina. Posteriormente se revisa la máquina y sus componentes para determinar la causa de la falla y procede a su reparación en caso de ser necesario.

Al momento de reparar un fallo : se puede acondicionar las mismas piezas es decir parchar en el caso de las fajas o la lubricación de ciertas piezas, corregir desalineamientos, o sustituir las piezas averiadas. En el almacén se encuentran los repuestos o las herramientas para la reparación de las máquinas, y cuando se requiere un repuesto poco común se solicita un pedido al área de logística para realizar la compra, la cual puede tardar un tiempo.



Figura 16. Mesa pre limpia – desgaste de correa de polea.

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.



Figura 17. Gravimétrica – Desalineación de polea

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

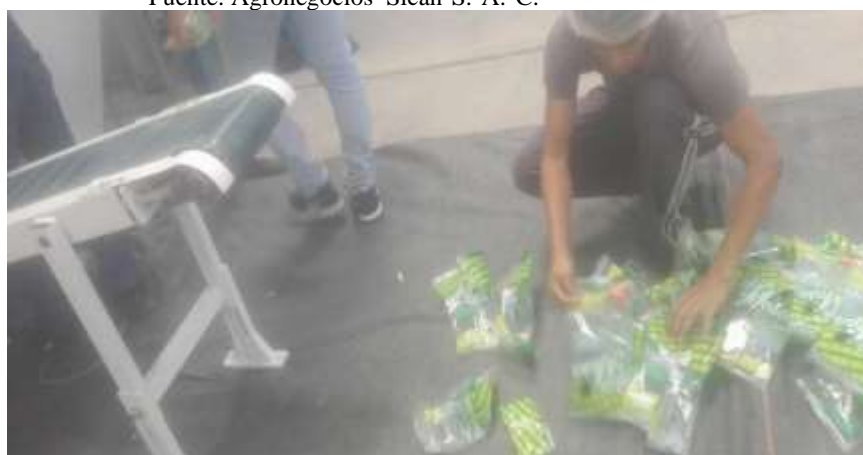


Figura 18. Empaquetadora – Desalineación de lámina plástico

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 16 se muestra la cantidad averías y el tiempo total de paradas en las máquinas ocurridas en pleno proceso productivo de Setiembre 2017- Agosto del 2018 del registro del jefe de planta encargado del control de la producción .

Tabla 16. Cantidad averías y el tiempo total de paradas en las máquinas en periodo de Setiembre 2017- Agosto del 2018

Máquinas	Operación	Función	Averías	Frecuencia	N° Averías	Tiempo total de parada(h)
Elevador 1	Pre-limpia	Transportar el grano de la tolva de recepción a la mesa de pre-limpia	Atasco en rodillo	23	55	73,97
			Desalineación faja	7		
			Recalentamiento de motor	9		
			Fallo del pulsador	4		
			Desgaste de rodillo	7		
		Desalineación de correa	4			
Pre-limpia 1	Pre-limpia	Extrae la tierra, piedras y paja del producto por medio de unas mallas	Ruptura de correa	2	38	73,156
			Recalentamiento motor			
			Malla suelta por desajuste	11		
			Desalineación de correa	7		
			Atasco de piedras en mallas	11		
		Fallo del pulsador	5			
Elevador 2	Pre-limpia	Transportar el grano de la mesa de pre-limpia a la gravimétrica.	Atasco en rodillo	15	32	45,15
			Ruptura correa	4		
			Desalineación de correa	5		
			Desalineación de faja	4		
			Fallo de pulsador	5		
Pre-limpia 2	Pre-limpia	Extrae la tierra, piedras y paja del producto por medio de unas mallas	Desalineación de correa	6	27	40,15
			Atasco de piedras en mallas	11		
			Malla suelta por desajuste	5		
			Recalentamiento de motor	5		
Mesa Gravimétrica 1	Pre-limpia	Separa los granos defectuosos de loa granos sanos y lo selecciona de acuerdo a	Exceso de vibraciones	11	41	74,84
			Ventilador no gira	5		
			Desalineación de correa	9		
			Recalentamiento motor	7		

Máquinas		Función	Avería	Frecuencia	N° Averías	Tiempo de parada(h)
Elevador 3	Clasificación gravimétrica	Transportar el grano bueno de la gravimétrica 1 a la gravimétrica 2	Desalineación faja Ruptura de faja Atasco en rodillo Recalentamiento motor Fallo del pulsador	5 2 9 4 2	22	24,79
Mesa Gravimétrica 2		Vuelve a separar los granos defectuosos de los sanos y lo selecciona de acuerdo a su tamaño	Desalineación de correa Recalentamiento motor Exceso de vibraciones Ventilador no gira Se quemó motor	5 2 5 4 2	18	39,15
Elevador 4		Transporta el grano bueno hacia un tolva.	Atasco en rodillo Desalineación faja Motor no enciende Fallo del pulsador	4 5 5 2	16	26,80
Faja transportadora 1	Escogido	Transporta el grano para poder ser escogido manualmente.	Desgaste en rodillo Atasco en rodillo Desalineación faja Recalentamiento motor Ruptura de faja	5 4 5 2 1	15	27,84
Faja transportadora 2		Transporta el grano para poder ser escogido manualmente.	Desalineación faja Desgaste en rodillo Atasco en rodillo Ruidos extraño en motor	2 9 9 5	25	67,19
Empaquetadora	Envasado	Coloca el grano en bolsas y las sella	Desalineación de faja Se pegan contactos Atasco en rodillo Cambio de contactos	4 3 4 1	12	19,16
TOTAL					294	492,75

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla anterior se recopiló un total de 294 averías en las maquinas lo que produjo 492,5 horas en mantenimiento correctivo en pleno proceso de producción Mas adelante se calcula el impacto económico que genera las horas paradas.

Asimismo se recopilaron los costos de los repuestos que se emplearon al momento de reparar averías.

Tabla 17. Costos de repuestos en el área de mantenimiento de Setiembre 2017- Agosto2018

Máquina	Avería	Tipo de operacion	Cantidad	Precio (S/.)
Pre limpia 1	Desgaste de rodamiento	Cambio de rodamiento SKF6204 ZZ	1	150
	Rotura de correa	Cambio de correa 1,5" x 30 cm	1	35
	Desgaste de resorte	Cambio de correa 1,5" x 30 cm	2	60
		Cambio de resorte 4" x 2"		
Pre limpia 2	Desgaste de rodamiento	Cambio de rodamiento SKF6204 ZZ	1	150
	Rotura de correa	Cambio de correa 1,5" x 30 cm	1	35
	Desgaste de resorte	Cambio de resorte 4" x 2"	2	70
Gravimetrica 1	Desgaste de resorte	Cambio de resorte 4" x 2"	1	70
	Desgaste de rodamiento	Cambio de rodamiento SKF6204 ZZ	1	90
	Fallo del pulsador	Cambio de pulsador	1	15
Gravimetrica 2	Se quemó motor	Cambio motor WEG 2 HP	1	1 400
	Desgaste de resorte	Cambio de resorte 4" x 2"	2	70
Elevador 1	Ruptura de tubo de conexión	Cambio de tubo de conexión	1	15
	Ruptura de faja	Cambio de faja de lona 4" x 8 m	1	70
Elevador 3	Ruptura de correa	Cambio de correa 1,5" x 45 cm	1	35
	Ruptura de faja	Cambio de faja de lona 4"x 8 m	1	70
Faja transportadora 2	Ruptura de faja	Cambio de faja	1	150
	Desgaste de rodillo	Cambio de rodillo	1	60
Faja transportadora 1	Ruptura de faja	Cambio de faja	1	150
	Desgaste de rodillo	Cambio de rodillo	1	60
Empaquetadora	Se pegan contactos	Cambio de contactos	1	25
TOTAL				2 955

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C.

B. Desorden de herramientas y repuestos en Area de Producción

Por otro lado existe un desorden de las herramientas y repuestos en el área de producción viéndose obstaculizado, por lo que se ve afectado retrasando el proceso productivo .Esto genera demora en el momento de ubicar las herramientas.



Figura 19. Herramientas colocados a lado de gravimétrica 1
Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.



Figura 20. Repuestos colocados a lado de la tolva
Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

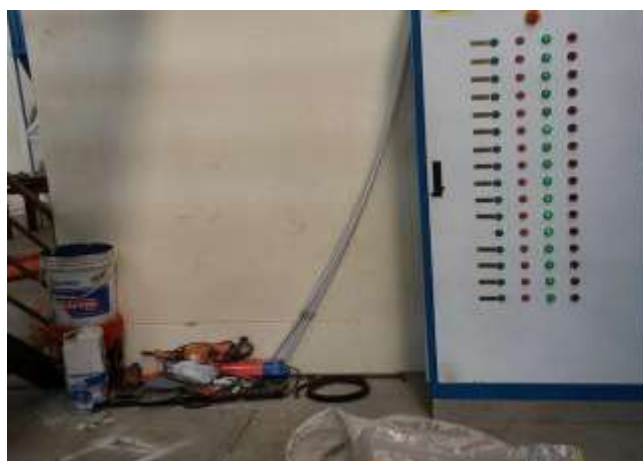


Figura 21. Herramientas colocados a lado del tablero de control.
Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.



Figura 21. Bolsas tiradas en área de producción

Como se observa en las figuras existe un desorden en el área del proceso productivo, las herramientas y materiales se colocan a lado de las máquinas, lo cual afecta y se llega a tener demoras en el proceso productivo

A su vez se muestra el registro de las observaciones de las causas de las paradas en el proceso productivo, información proporcionada por el jefe de planta

Tabla 16. Registro de las observaciones de las paradas en el proceso productivo

Etapas	Máquina	Horas parada	Total Horas	Observaciones
Pre.limpia	Elevador 1	73,97	73,97	Averías en máquinas
	Pre-limpia 1	63,15	73,15	Averías en máquinas
		8		Desorden de herramientas y repuestos
		3		Falta de Capacitación
	Pre-limpia 2	40	45	Averías en máquinas
		5		Falta de Capacitación
Gravimétrica	Elevador 2	40,15	40,15	Averías en máquinas
	Gravimétrica 1	70,84	74,84	Averías en máquinas
		5		Desorden de herramientas y repuestos
	Elevador 3	24,79	24,79	Averías en máquinas
	Gravimétrica 2	5	39,15	Desorden de herramientas y repuestos
		35,15		Averías en máquinas
	Elevador 4	26,8	26,8	Averías en máquinas
Escogido	Faja transportadora 1	24,84	27,84	Averías en máquinas
		3		Falta de Capacitación
	Faja transportadora 2	7	67,19	Falta de Capacitación
		6		Desorden de herramientas y repuestos
		54,19		Averías en máquinas

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 17 se muestra un resumen de las frecuencia y las horas paradas de los problemas encontrados en el proceso productivo de Setiembre 2017 a Agosto 2018.

Tabla 17. Frecuencia de los problemas encontrados a Set- 17 a Ago-18

Problemas encontrados	Horas paradas Total (h)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Averías en máquinas	453,82	9	53 %
Desorden de herramientas y repuestos en área de producción	24	4	24 %
Falta Capacitaciones del personal en producción	18	4	24 %
Total		17	100 %

Fuente. Agronegocios SicánS.A.C.

Los problemas encontrados en la empresa en la cual las averías en máquinas representa un poco mas de la mitad con 53 % , le sigue desorden de herramientas y repuestos en área de producción 24 % y falta de capacitaciones en operarios un 24 % .

3.1.9. INDICADORES ACTUALES

Para determinar los indicadores de mantenimiento se ha tomado en cuenta el anexo 1 las fallas ocurridas los cuales ocasionan paradas en el proceso productivo.

3.1.9.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

A. Horas paradas

En la tabla 18 se observa las horas de paradas y su frecuencia al mes de las máquinas

Tabla 18. Horas de parada y su frecuencia Setiembre 2017- Agosto del 2018

MES	HORAS PARADAS	Nº FRECUENCIA
Set-17	55,93	30
Oct-17	35,70	29
Nov-17	33,38	23
Dic-17	36,55	29
Ene-18	56,18	38
Feb-18	58,88	30
Mar-18	41,78	42
Abr-18	38,77	30
May-18	37,65	27
Jun-18	33,75	25
Jul-18	58,65	36
Ago-18	54,28	32
TOTAL	492,75	294

Fuente: Agronegocios Sicán S.A.C

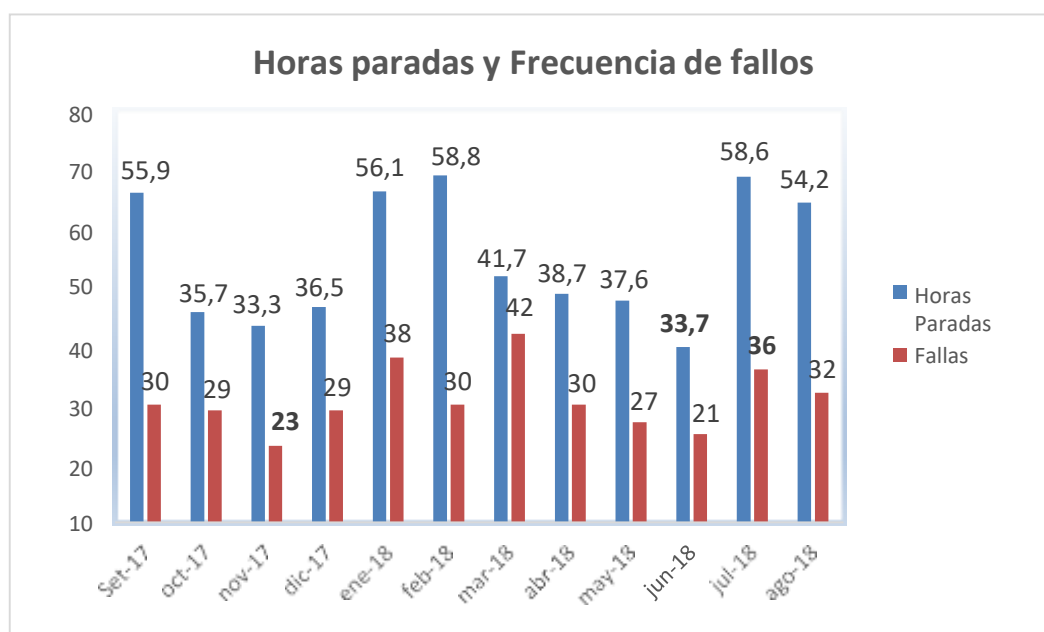


Figura 22. Horas de paradas y frecuencia de Setiembre 2017-Agosto 2018

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

B. Tiempo medio entre falla-Confiability (MTBF)

El indicador de confiabilidad mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo y se calcula entre la división del tiempo operativo (es la resta del tiempo disponible y las horas paradas) entre número de fallas por máquina. En tabla 19 se muestra la confiabilidad de cada máquina, de las cuales El elevador 4 es la más confiable ya que tiene que pasar 154 horas para que suceda la parada. Mientras que el equipo menos confiable es la Elevador 1 ya que tiene que pasar 44 horas para que suceda la parada.

Tabla 19. Tiempo medio entre fallo (MTBF) para cada máquina Setiembre 2017- Agosto del 2018

MÁQUINAS	Tiempo disponible (h)	Horas paradas	Nº fallas por máquina	MTBF (h/ falla)
Elevador 1	2 496	73.97	55	44
Pre-limpia 1	2 496	73.15	38	64
Pre-limpia 2	2 496	45	32	77
Elevador 2	2 496	40.15	25	98
Gravimétrica 1	2 496	74.84	41	59
elevador 3	2 496	24.79	22	112
Gravimétrica 2	2 496	39.15	18	136
Elevador 4	2 496	26.8	16	154
Faja transportadora 1	2 496	27.84	20	123
Faja transportadora 2	2 496	67.19	25	97
Empaquetadora	2 496	19.16	12	206
Promedio				104 h

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

C. Tiempo medio para reparar-MTTR (Mantenibilidad)

Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. Es la probabilidad de que un equipo o instalación, que después de un fallo, sea reparado en un tiempo dado

De las tabla de Mantenibilidad que se muestran a continuación se identificó que la máquina con mayor tiempo para reparar es la Pre-limpia 1 con 3,24 horas y los de menor tiempo de reparación es la Empaquetadora con 1,46 hora.

Tabla 20. Tiempo medio para reparar (MTTR) para cada máquina Setiembre 2017- Agosto del 2018

Máquinas	HORAS PARADAS	Nº fallas por máquina	MTTR (h/falla)
Elevador 1	73,97	55	1,71
Pre-limpia 1	73,15	38	3,24
Pre-limpia 2	45	27	1,67
Elevador 2	40,15	32	1,88
Gravimétrica 1	74,84	41	1,83
elevador 3	24,79	22	1,58
Gravimétrica 2	39,15	18	2,18
Elevador 4	26,8	16	1,99
Faja transportadora 1	27,84	25	1,91
Faja transportadora 2	67,19	25	2,69
Empaquetadora	19,16	20	1,46
PROMEDIO			2,76 h/falla

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

D. Disponibilidad total

La disponibilidad de la empresa se calculó con el tiempo disponible total en producción menos los tiempos para las reparaciones de las averías de las máquinas entre el tiempo disponible total.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas de paro por mantenimiento}}{\text{horas totales}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2\,496 - 492,75}{2\,496}$$

$$\text{Disponibilidad} = 80,25 \%$$

Comparándolo con los valores referenciales de disponibilidad según Fluor Global Services [15] lo ideal es que se encuentre mayor a 91 % la disponibilidad.

Tipo de Proceso	Cuartil			
	Peor	3 ^{er}	2 ^{do}	Mejor
Continuo	<78%	78 - 84%	85 - 91%	>91%
Batch	<72%	72 - 80%	81 - 90%	>90%
Químico, Refinería, Energía	<85%	85 - 90%	91 - 95%	>95%
Papel	<83%	83 - 86%	87 - 94%	>94%

Fuente:
Fluor Global Services – Estudio de benchmarking - NA, AP, EU – 1996

Figura 23. Valores referenciales de disponibilidad según procesos de Industrias

Fuente. Fluor Global Services [15]

3.1.9.2. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCTIVIDAD

A. Productividad con respecto al tiempo

Para determinar la productividad con respecto al tiempo, se realiza la división de la producción real con las horas realmente trabajadas. Se sabe que lo ideal es que se trabaje por completo las horas de producción. Asimismo se considera 8 horas de trabajo al día.

Tabla 21. Indicador productividad respecto al tiempo

MES	Producción (kg)	Horas trabajadas	Productividad al tiempo(kg/h)	Horas de producción
Set-17	180 003	142,07	1 267	208
Oct-17	198 529	146,3	1 357	192
Nov-17	246 677	156,62	1 475	200
Dic-17	217 302	145,45	1 494	192
Ene-18	168 482	141,82	1 188	208
Feb-18	163 883	139,12	1 178	208
Mar-18	235 736	156,22	1 309	208
Abr-18	192 644	143,23	1 345	192
May-18	213 378	146,35	1 458	192
Jun-18	253 035	160,25	1 579	200
Jul-18	180 458	139,35	1 195	208
Ago-18	159 673	143,72	1 111	208
PROMEDIO			1 250	

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Según la tabla anterior la producción promedio es 1250 kg/h y se compara con la producción deseada siendo del mes de Junio 2018 a 1 579 kg/h trabajando en las mismas condiciones.



Figura 24. Indicador -productividad con respecto a horas trabajadas

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Como se muestra en la figura 25 en los últimos meses ha decaído la productividad llegando en el mes Agosto a 1 111 kilogramos/hora a comparación a Junio que alcanzó 1 579 kilogramos/hora obtuvo mayor producción que la actual .

B. Productividad respecto de las Máquinas

En la tabla 22, se considera el registro de producción real cuando se trabaja con presencia de averías con respecto al consumo de máquinas trabajando (Ver Anexo 9), en donde su productividad es la división de la producción real y el consumo de las máquinas .

Tabla 22. Productividad respecto a las máquinas de Setiembre 2017 a Agosto 2018

MES	Producción real (kg)	Consumo de máquinas (KWh)	Productividad respecto a las máquinas (kg /KWh)
Set-17	180 003	1 165,11	154,49
Oct-17	198 529	1 119,98	165,68
Nov-17	246 677	1 284,44	192,1
Dic-17	217 302	1 192,83	182,17
Ene-18	168 482	1 163,06	144,86
Feb-18	163 883	1 140,92	143,64
Mar-18	235 736	1 281,16	184,01
Abr-18	192 644	1 174,62	164,01
May-18	213 378	1 200,21	177,78
Jun-18	253 035	1 314,21	192,54
Jul-18	180 458	1 142,81	157,91
Ago-18	159 673	1 178,64	135,47
PROMEDIO	200 816		157,2

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C

Esto nos indica que se procesan en promedio un 157,2 kg/KWh, comparándolo con respecto a la productividad deseada en donde se considera el mes que ha producido la mayor cantidad Noviembre del 2017 siendo 192,05 kg /KWh, se puede mejorar.

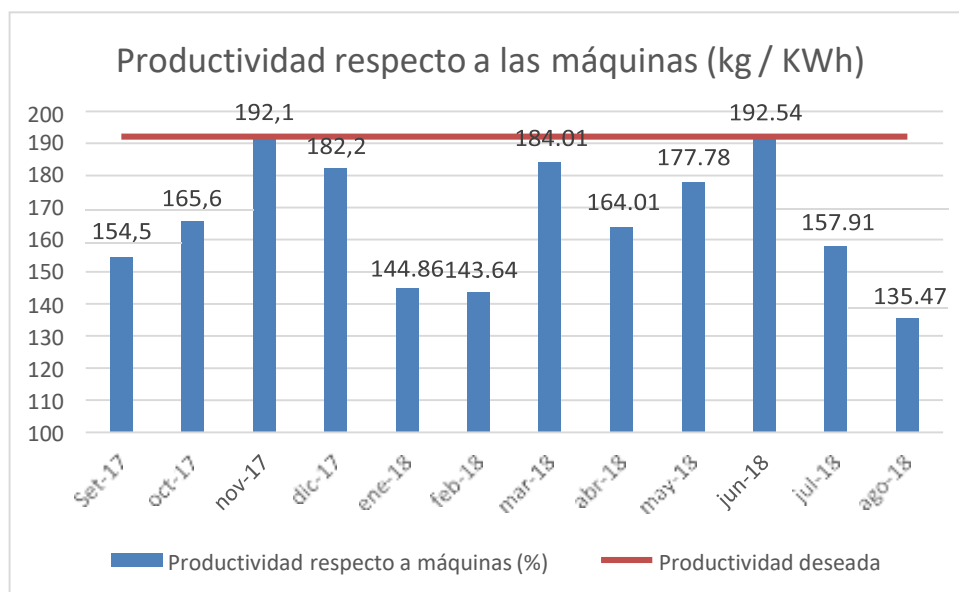


Figura 25. Indicador -productividad con respecto a las máquinas.

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

C. Productividad total

Para hallar la productividad total se requiere dividir la producción real entre los costos (inversión). Para ello se necesitan los siguientes datos

$$Productividad\ total = \frac{Produccion\ real}{Costos\ (inversion)}$$

Inversión

- El consumo en energía eléctrica un costo promedio de S/. 670 (Ver anexo 9)
- El costo de la mano de obra, se tiene un salario mensual para los operarios de S/ 800 y se tienen : 1operario en Almacén , 1 en prelimpia, 1 gravimétrica , 10 en fajas transportadora y 1 envasado y se obtiene S/.11 200.
- El costo de la materia prima es de S/ 2,83 por kilogramo (Ver anexo 5), que al multiplicar por su producción promedio se obtiene su costo.

- El costo del insumo: se compra en promedio a la producción real 4010 bolsas de sacos (que contiene 50 kg): al precio de S/.0,7 por unidad y 4 insecticidas a un total de: S/280, lo que se obtiene S/. 4 296

Tabla 23. Productividad Total

MES	Producción real (kg)	Costo de energía (S/.)	Costo MO (S/.)	Costo MP por kg	Costo insumos	Productividad total (kg / S/.)
Set-17	180 003	617,50	11200	509 408	3 880	0,34
Oct-17	198 529	593,58		561 837	4 251	0,34
Nov-17	246 677	680,75		673 428	5 214	0,36
Dic-17	217 302	632,19		571 504	4 626	0,37
Ene-18	168 482	616,42		476 804	3 650	0,34
Feb-18	163 883	604,68		463 789	3 558	0,34
Mar-18	235 736	679,01		619 986	4 995	0,37
Abr-18	192 644	622,54		545 183	4 133	0,34
May-18	213 378	636,11		582 522	4 548	0,36
Jun-18	253 035	696,53		665 482	5 341	0,37
Jul-18	180 458	605,68		510 696	3 889	0,34
Ago-18	159 673	624,67		451 875	3 473	0,34
PROMEDIO		670,50				4 296

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C

El resultado obtenido nos indica que la empresa actualmente que por cada S/1 de inversión se producen 0,34 kg de menestras en promedio. En el siguiente grafico se muestra la productividad total por mes y su variación, se compara con la productividad deseada en la cual es el mes que se obtuvo el valor mas alto 0,37 kg/S/.

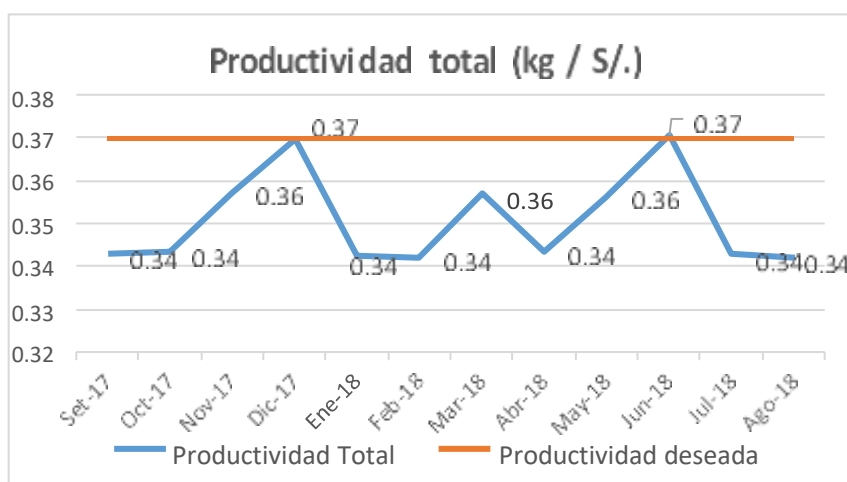


Figura 26. Indicador -productividad Total.

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

D. Capacitaciones

Se mide el nivel de capacitación que tienen los operarios de producción en la empresa. Se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Capacitados} = \frac{\text{Cantidad de operarios capacitados}}{\text{Cantidad de operarios}} = \frac{0}{12} = 0$$

El resultado obtenido 0, nos indica que la empresa no ha capacitado a su personal que tiene en la actualidad, por lo cual no tienen en claro sus funciones y conocimiento del proceso productivo lo que genera retraso.

3.1.10. IMPACTO ECONÓMICO

Para el cálculo de las pérdidas económicas de kilogramos menestras no procesadas Se ha tomado en cuenta la capacidad real de producción al día (dato proporcionado por el jefe de planta) por las horas paradas. Así mismo se calculó la utilidad no percibida que es obtenida de la multiplicación de kilogramos de menestras no procesadas por la utilidad.

Tabla 24. Pérdidas económicas por kilogramos menestras no procesadas de Set-17 a Ago-18

MÁQUINA	Producción (Kg/h)	Horas paradas	Menestras no procesadas (kg)	Utilidad por Kg(S/.)	PERDIDAS EN (S/.)
Elevador 1	1200	73,97	88 764	S/. 1,30	S/. 115 393
Pre-limpia 1	1200	73,15	87 780	S/. 1,30	S/. 114 114
Pre-limpia 2	1200	45	54 000	S/. 1,30	S/. 70 200
Elevador 2	1200	40,15	48 180	S/. 1,30	S/. 62 634
Gravimétrica 1	1200	74,84	89 808	S/. 1,30	S/. 98 788
Elevador 3	1200	24,79	29 748	S/. 1,30	S/. 38 672
Gravimétrica 2	1200	39,15	46 980	S/. 1,30	S/. 51 678
Elevador 4	1200	26,8	32 160	S/. 1,30	S/. 35 376
Faja transportadora 1	1200	27,84	57 408	S/. 1,30	S/. 63 148
Faja transportadora 2	1200	67,19	32 628	S/. 1,30	S/. 42 416
TOTAL					S/. 797 191

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 25 se aprecia las pérdidas económicas por mano de obra inoperativa y se calcula del costo de hora del personal por las horas paradas en producción.

Tabla 25. Pérdidas económicas por mano de obra inoperativa en el periodo Setiembre 2017- Agosto del 2018

Máquina	Personal	Cantidad	Costo por hora (S/.)	Horas paradas	PERDIDAS EN(S/.)
Elevador 1	Técnico	1	10	73,97	S/. 7 329,50
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Pre-limpia 1	Técnico	1	10	73,15	S/. 9 605,50
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Pre-limpia 2	Técnico	1	10	45	S/. 3 510
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Elevador 2	Técnico	1	10	40,15	S/. 4 691
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Gravimétrica 1	Técnico	1	10	74,84	S/. 5 837,50
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Elevador 3	Técnico	1	10	24,79	S/. 2 714,00
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Gravimétrica 2	Técnico	1	10	39,15	S/. 3 053,50
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Elevador 4	Técnico	1	10	26,8	S/. 2 480
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Faja 1	Técnico	1	10	27,84	S/. 3 731,5
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Faja 2	Técnico	1	10	67,19	S/. 5 240,5
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
Empaquetado	Técnico	1	10	29,16	S/. 2 274
	Operarios	12	4		
	Jefe de Planta	1	20		
TOTAL					S/. 50 448

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Las pérdidas económicas por mano de obra inoperativa en el periodo de estudio es un total de S/. 50 448

En la tabla 26 se muestra la suma de los costos de la mano de obra inoperativa y los kilogramos de materia prima no procesadas de las tablas anteriores, la cual ha generado pérdidas económicas S/. 847 660,32 en el periodo Setiembre 2017- Agosto del 2018

Tabla 26. Total de las pérdidas económicas en Setiembre 2017- Agosto del 2018

MÁQUINAS	PÉRDIDAS EN (S/.)
Elevador 1	S/. 122 722,86
Pre-limpia 1	S/. 123 719,70
Pre-limpia 2	S/. 73 710,00
Elevador 2	S/. 67 325,70
Gravimétrica 1	S/. 104 626,32
Elevador 3	S/. 41 386,02
Gravimétrica 2	S/. 54 731,70
Elevador 4	S/. 37 856,40
Faja transportadora 1	S/. 66 880,32
Faja transportadora 2	S/. 47 657,22
Empaquetadora	S/. 107 044,08
TOTAL	S/. 847 660,32

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Por lo tanto el % que representa las pérdidas económicas con respecto a las utilidades de la empresa (dato extraído de la tabla 12) es de 42,15%

$$\text{Porcentaje de pérdidas económicas} = \frac{\text{S/.}847\ 660}{\text{S/.}2\ 010\ 966} * 100 = 42,15\%$$

Para una visión mas clara en la tabla 27, se presenta las pérdidas económicas con respecto a los problemas encontrados en el proceso productivo, en donde indica que problema genera mas perdidas económicas.

Tabla 27. Pérdidas económicas según los problemas encontrados Set-17 a Ago-18

Problemas encontrados	Horas paradas Total (h)	Producción (Kg/h)	Utilidad por (S/. /	PERDIDAS EN (S/.)	%
Averías en máquinas	453,82	1200	S/. 1,30	544 560	89 %
Desorden de herramientas y repuestos en área de producción	24		S/. 1,30	37 440	6 %
Falta Capacitaciones del personal en producción	18		S/. 1,30	28 080	5 %
Total				S/. 610 080	

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C.

En la tabla anterior se presenta los problemas encontrados en la empresa en la cual las averías en máquinas representa la mayor parte con 89 %, le sigue desorden de herramientas y repuestos en área de producción 6 % y falta de capacitaciones en personal de producción un 5 %

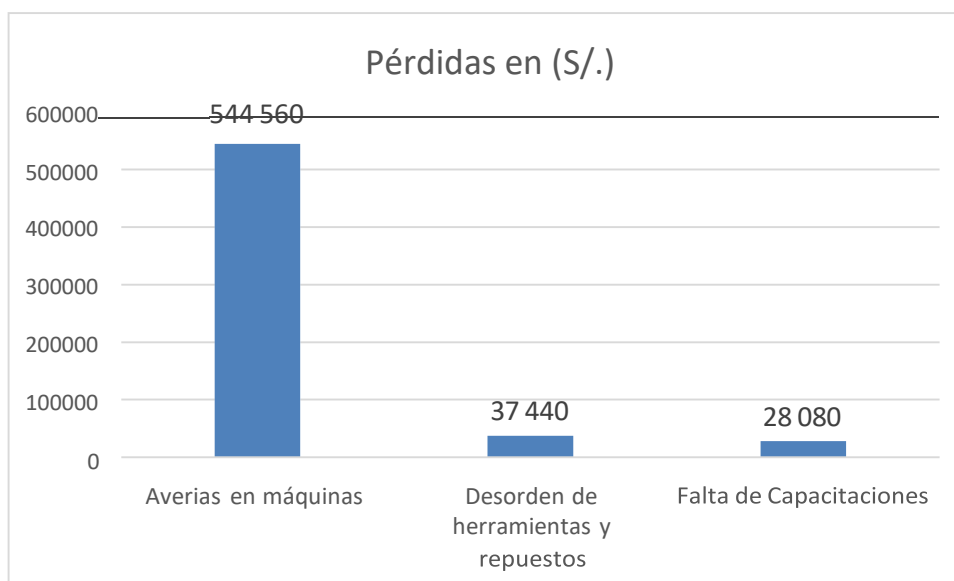


Figura 27. Perdidas económicas segun problemas encontrados.

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C.

3.1.11. JERARQUIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS

En la tabla 28 se presenta el resumen del análisis de la criticidad en donde se identifica y establece la jerarquización de los equipos. Se estima una calificación en función a su frecuencia y consecuencia, utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{CRITICIDAD} = \text{Frecuencia de falla} * \text{Consecuencia}$$

Tabla 28. Resumen del análisis de criticidad de las máquinas

Máquinas	Frecuencia falla	Impacto a la producción	Flexibilidad Operacional (MTTR)	Cotos de mantenimiento	Impacto Ambiental	Impacto en SS	Impacto en calidad	Consecuencia	TOTAL
Elevador 1	4	5	1	3	5	5	5	23	92
Pre-limpia 1	4	7	1	5	10	5	10	37	148
Elevador 2	2	7	1	5	5	5	5	27	54
Pre-limpia 2	2	5	1	5	10	5	5	30	60
Gravimétrica 1	4	7	1	5	10	5	10	37	148
Elevador 3	2	5	1	5	5	5	5	25	50
Gravimétrica 2	2	7	1	5	5	5	5	27	54
Elevador 4	2	5	1	3	5	5	5	23	46
Faja transportadora 1	2	5	1	3	5	5	5	23	46
Faja transportadora 2	4	7	1	3	5	5	10	30	120
Empaquetadora	2	5	1	3	5	5	5	23	46

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Seguidamente En la tabla 29, se muestra el diagrama de Pareto, utilizando los datos del análisis de criticidad de la tabla anterior.

Tabla 29. Diagrama de Pareto

EQUIPO	PUNTAJE DE CRITICIDAD	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	ESTADO
Pre limpia 1	148	16 %	16 %	A
Gravimétrica 1	148	16 %	32 %	A
Faja 2	120	13 %	45 %	A
Elevador 1	92	10 %	55 %	A
Gravimétrica 2	90	10 %	65 %	B
Pre-limpia 2	81	9 %	74 %	B
Elevador 2	54	6 %	80 %	B
Elevador 3	46	5 %	85 %	C
Elevador 4	46	5 %	90 %	C
Faja 1	46	5 %	95 %	C
Empaquetadora	46	5 %	100 %	C

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

De esta manera se concluye que si se eliminan las causas (20 %) que provocan las averías de dichas máquinas mencionadas anteriormente, desaparecería la mayor parte de los problemas y se reduciría el 80% de las paradas en producción .

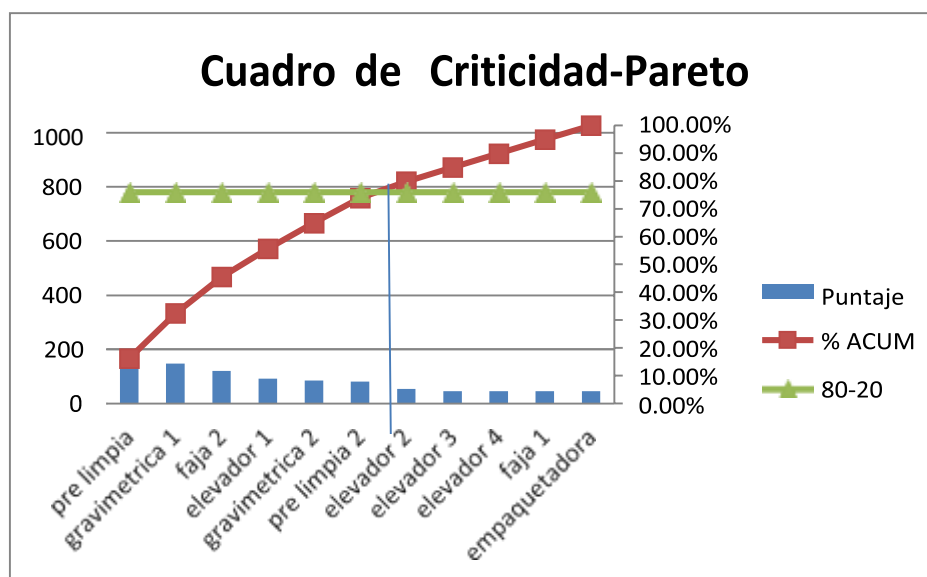


Figura 28. Diagrama de Pareto del análisis de criticidad de las máquinas

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Por último se realiza un cuadro resumen de los indicadores para tener un análisis general de la situación actual de la empresa.

3.1.12. RESUMEN DE INDICADORES ACTUALES

Tabla 30. Cuadro resumen de indicadores actuales

INDICADOR	FÓRMULA	UNIDAD	VALOR ACTUAL	VALOR DESEADO
Productividad con respecto al tiempo	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{horas producción}}$	kg / h	1 250	1 579
Productividad respecto a las máquinas	$\frac{\textit{Producción real}}{\textit{KWh máquinas}}$	kg / KWh	157,2	192
Productividad Total	$\frac{\textit{Produccion real}}{\textit{costo(inversión)}}$	Kg/S/.	0,34	0,37
Tiempo medio entre falla(MTBF)	$\frac{\textit{N° de horas de funcionamiento}}{\textit{N° de fallas}}$	h	104 h	206
Tiempo medio para reparar-(MTTR)	$\frac{\textit{N° de horas de paro}}{\textit{N° de fallas}}$	h	2,76 h	1,46
Disponibilidad	$\frac{\textit{horas totales – horas de paro}}{\textit{horas totales}}$	%	80,18 %	90
Capacitaciones	$\frac{\textit{Numero de personal capacitado}}{\textit{Numero de personal produc.}}$	%	0 %	100

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

3.1.13. Problemas, Causas y Propuestas de Mejoras en el sistema de producción

A. Problema 1 : Horas paradas en las máquinas en el proceso productivo , debido a las averías que se presentan en estas por lo que se decide parar la máquina retrasando la producción (Ver tabla 16)

Causa Posible: No existe una gestión de mantenimiento en donde exista unos momentos oportunos para brindar mantenimiento preventivo a la maquina sin que esto afecte el proceso productivo (Ver figura 16 – 18)

Propuesta de Mejora 1: Elaboración de un sistema de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en donde se incluya cronograma de mantenimientos planificados que se debe realizar para que se mantenga operativas las máquinas.

B. Problema 2 : Desorden de las herramientas y repuestos en el área de producción (Ver figura 19- 21)

Causa Posible : en el momento en que se esta realizando su trabajo , los operarios colocan sus herramientas al costado de las máquinas , viéndose obstaculizado su área lo que se ve afectado retrasando el proceso productivo generando horas paradas. Asimismo se demora en el momento de ubicar las herramientas en el mantenimiento correctivo.

Propuesta de Mejora 2 : Elaboración de un manual de mantenimiento preventivo , en la cual contengan los procedimientos de gestión de repuestos , mantenimiento preventivo y correctivo registros , normativa sobre orden y limpieza.

C. Problema 3 : Falta de Capacitaciones en personal de producción (Ver tabla 7)

Causa Posible : Los operarios solo cuentan con la mínima formación para el puesto de trabajo que es la educación secundaria lo que genera que no tengan sus funciones claras en el puesto.(Ver tabla 6). Asimismo el Operador de maquina maneja la operatividad de todas las maquina, lo que genera que no le preste la debido atencion a cada una.

Propuesta de Mejora 3 : Elaboración de un plan de capacitación en donde incluya capacitación inductiva , Elaboración de MOF por cada puesto de trabajo y un procedimiento del proceso de producción .

Tabla 31. Matriz de Consistencia

PROBLEMA DE INVESTIGACION						
¿En qué medida una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. podrá incrementar su productividad?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍA	TÉCNICAS / HERRAMIENTA	LOGROS	INDICADORES
Producción	Baja productividad	Horas paradas en las máquinas	Sistemas de gestión de mantenimiento	Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)	Aumentar la disponibilidad de las máquinas	<ul style="list-style-type: none"> $d = (MTBF/MTBF+MTTR) * 100$ $\Delta \text{ disponibilidad} = ((\text{disponibilidad 2} - \text{disponibilidad 1}) / \text{disponibilidad 1}) * 100$
		Desorden en las herramientas Y repuestos en el área del proceso productivo		Procedimientos	Aumentar la productividad	<ul style="list-style-type: none"> $p = \text{Producción} / \text{Recurso utilizado}$ $\Delta p = ((\text{productividad. 2} - \text{productividad 1}) / \text{productividad 1}) * 100$
		Falta de capacitaciones en personal de producción		Capacitaciones	Aumentar a número de personal capacitados	<ul style="list-style-type: none"> $\text{Capacitado} = \# \text{ de personal capacitado} / \# \text{ personal}$ $\Delta \text{ capacitaciones} = ((\text{capacitados 2} - \text{capacitados 1}) / \text{capacitados 1}) * 100$

3.2. PROPONER UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO QUE PERMITA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

En este objetivo se desarrollan las propuestas de mejora teniendo en cuenta los problemas mencionados anteriormente, en donde en conjunto abarca propone un sistema de gestión de mantenimiento.

3.2.1. MEJORA 1 : Elaboración de un sistema de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Se propone un sistema de gestión de mantenimiento para administrar las actividades de mantenimiento en función al diseño de la planificación y programación orientándola a la mejora continua y se tiene en cuenta los lineamiento de la norma ISO 9001:2015 . Más adelante se evalúa las metodologías para las actividades del programa de mantenimiento.

Su base es el diagnóstico de la empresa para el diseño del sistema. Sus etapas se muestran a continuación

Tabla 32. Etapas y actividades para elaborar un Sistema de Gestión

Etapas	Actividades
Diagnóstico	Situación actual
Diseño	Elaboración de política , objetivos Elaboración de actividades Elaboración del manual de mantenimiento y su procedimientos
Implementación , seguimiento	Comunicación participativa Documentación Verificación
Auditoria y revisión por la dirección	Auditoria Interna y externa. Acciones correctivas Revisión por la dirección

Fuente: Norma ISO 9001:2015

A. Sistema de Gestión de mantenimiento

Para empezar se tiene que reestructurarse una serie de elementos que se realizan con el actual mantenimiento tanto administrativo como operativo.

 AGRONEGOCIOS SICÁN SAC	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	AGRONEGOCIOS SICÁN S. A. C.		
	CÓDIGO:		
	VERSIÓN: 001 1 de		PÁGINA:
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:			
REVISADO POR:			
APROBADO POR:			

INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como propósito dar lineamientos de un sistema de gestión de mantenimiento con un enfoque basado en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) en donde contenga la política y objetivos de mantenimiento, las funciones y responsabilidades en donde se ejecute las actividades de mantenimiento y su cronograma. Asimismo se realiza el desempeño del sistema en donde se verificará y se tendrá la acción correctiva y preventiva para su correcta gestión.

Este sistema permitirá aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa y proporcionara condiciones de trabajo seguras comprometiéndonos a brindar soluciones oportunas y eficientes a nuestras máquinas de acuerdo a sus necesidades y así lograr la satisfacción del cliente

DEFINICIONES

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO.** Acciones encaminadas a conservar en óptimas condiciones los equipos en intervalos fijos, tanto en la parte mecánicas y eléctricas.
- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO** Conjunto de actividades de mantenimiento para eliminar fallas previstas ó repentinas, u otra situación indeseable.
- **NORMATIVAS:** conjuntos de normas aplicables a una determinada materia o actividad, en este caso el mantenimiento.
- **FALLA** Situación que se presenta en una máquina o equipo, sin interrumpir su operación o afectar la calidad del producto en proceso.
- **AVERÍA** Situación que se presenta en una máquina o equipo, interrumpiendo su normal funcionamiento.

I. Alcance:

El presente documento tiene como finalidad describir el sistema de gestión de mantenimiento, su política de mantenimiento y objetivos de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. del proceso productivo y la planificación de esta.

II. Aplicación

Empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

III. Documentos de referencia

- Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos Norma ISO 9001:2015
- Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

IV. Política de mantenimiento.

Asegurar de manera planificada la ejecución de las actividades de mantenimiento de los equipos del proceso productivo en la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. comprometiéndonos a brindar soluciones oportunas y eficientes a nuestros equipos de acuerdo a sus necesidades.

V. Objetivos

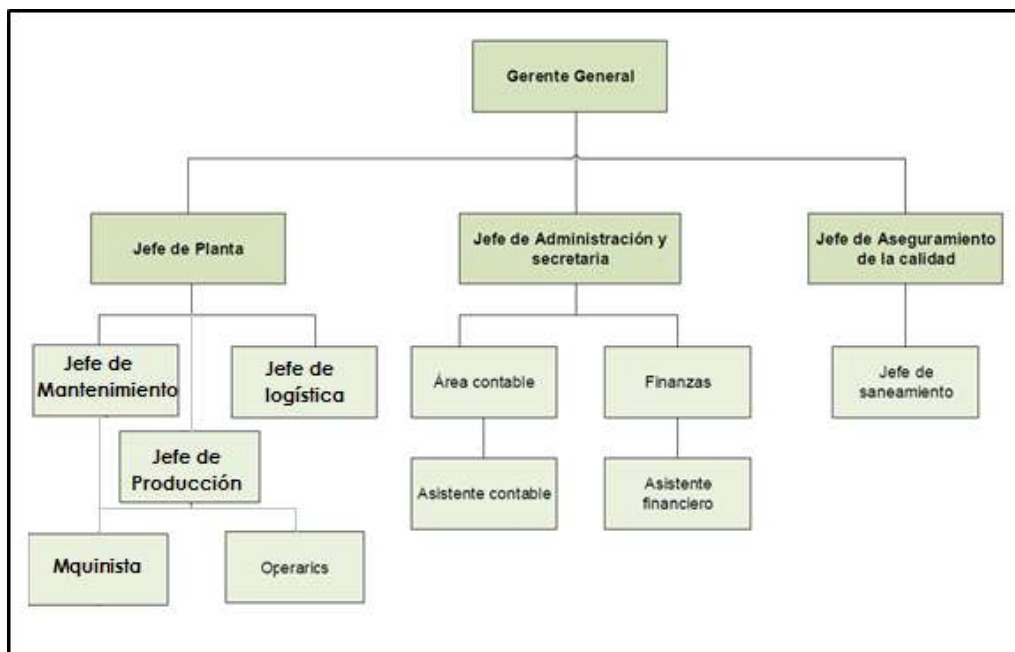
- Brindar atención eficaz y oportuna a la maquinaria en general de la empresa.
- Mantener los equipos en buen estado con el fin de aumentar la disponibilidad de estos y conseguir aumentar la productividad de esta.
- Capacitación continua del personal.

VI. Metodología del Sistema

Esta diseñado en la metodología Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA)



VII. Nuevo Organigrama de la empresa



VIII. Funciones y Responsabilidades

1. El jefe de área de mantenimiento

- Hacer cumplir con las política, normas y procedimientos que se establecen en su área.
- Elaborar el programa de mantenimiento y presupuesto anual del mantenimiento de máquinas
- Gestionar con el Jefe de logística las requisiones por materiales y repuestos faltantes.
- Coordinar y supervisar las labores de mantenimientos en los turnos respectivos.

2. Jefe de Planta

- Es el jefe de producción, verifica la disponibilidad del equipo según plan para la realización del programa de mantenimiento.

3. Operador de máquina

- Ejecutar el mantenimiento preventivo o correctivo a las máquinas o equipos pertenecientes al área.
- Cumplir con los procedimientos de trabajo del sistema de gestión de mantenimiento.
- Realizar el informe del resultado del mantenimiento y registrarlo en Software.

4. Operarios de Producción

- Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas y sus componentes
- Ejecutar las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas a su cargo.
- Cumplir con los procedimientos de trabajo del sistema de gestión de mantenimiento.
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones, limpia y ordenada.

5. Jefe de Logística

- Proporcionar los repuestos solicitados por el jefe de mantenimiento.

IX. Actividades del sistema

Las actividades de mantenimiento se incluyen en los planes de mantenimiento de las máquinas que contienen la periodicidad y los responsables de su ejecución (Ver tabla 58 - 63)

X. Cronograma del Sistema

El cronograma se coloca en la programación de las actividades del mantenimiento en la empresa. (Ver tabla 64- 67)

XI. Comunicación Interna y Capacitación

En este punto se da a conocer la propuesta al Gerente y Jefe de Planta, en donde se le comunican los beneficios que debe conseguir. Asimismo se debe realizar las charlas de las capacitaciones a los siguientes colaboradores: Jefe de Planta, operador de máquina, operarios de producción. Es por eso que se debe contratar a capacitadores que transmitan la información sobre los siguientes temarios. Según BSG Institute [27] y CMMS Software MP [28]

- Sesión 1 : Sistema de gestión de mantenimiento
- Sesión 2 : Identificación de los Equipos críticos y su codificación
- Sesión 3 : Procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivo
- Sesión 4 : Plan de mantenimiento preventivo, cronogramas
- Sesión 5 : Software MP MANTENIMIENTO

SESION 1 :

El tema a tratar en esta sesión es EL sistema de gestión de mantenimiento, en donde el ponente será un capacitador contratado por la empresa BSG Institute [27]. Tiene una duración de 4 horas. Los puntos a tratar son los siguientes:

Tabla 33. Contenido de la sesión 1 El sistema de gestión de Mantenimiento

Nº	CONTENIDO TEMATICO	DURACION	TIPO DE SESION
01	¿ Que es un sistema de gestión de mantenimiento	1 hora	Power point (Ppt)
02	¿Por qué medir con indicadores y como gestionar	30 min	Power point (Ppt)
03	Mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM	30 min	Power point (Ppt)
04	Implementación del RCM	1 hora	Power point (Ppt)
05	Confiabilidad , mantenibilidad en los equipos .	30 min	Power point (Ppt)
06	Ronda de preguntas	30 min	Power point (Ppt)

Fuente . BSG Institute [27]

SESION 2:

El tema a tratar en esta sesión son los equipos críticos y su codificación en donde el ponente será un capacitador contratado por la empresa BSG Institute [27]. Tiene una duración de 4 horas . Los puntos a tratar son los siguientes.

Tabla 34. Contenido de la sesión 2. Equipos críticos y su codificación

N°	CONTENIDO TEMATICO	DURACION	TIPO DE SESION
01	Cuales son las máquinas de la empresa , partes y su funcionamiento	1 hora	Power point (Ppt)
02	Que es el análisis de criticidad	30 min	Power point (Ppt)
03	Aplicación del analisisde criticidad e interpretación	1 hora	Power point (Ppt)
04	Que es la codificación de las máquinas , explicación	1 hora	Power point (Ppt)
05	Ronda de preguntas	30 min	Power point (Ppt)

Fuente . BSG Institute [27]

SESION 3 :

El tema a tratar en esta sesión es Procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivo, en donde el ponente será un capacitador contratado por la empresa BSG Institute[27] .Tiene una duración de 2,5 horas . Los puntos a tratar son los siguientes:

Tabla 35. Contenido de la sesión 3 Procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivo

N°	CONTENIDO TEMATICO	DURACION	TIPO DE SESION
01	Que es un procedimiento	30 min	Power point (Ppt)
02	Desarrollo del procedimiento preventivo	30 min	Power point (Ppt)
03	Desarrollo del procedimiento correctivo	30 min	Power point (Ppt)
04	Desarrollo del procedimiento Gestion de repuestos.	30 min	Power point (Ppt)
05	Ronda de preguntas	30 min	Power point (Ppt)

Fuente . BSG Institute [27]

SESION 4:

El tema a tratar en esta sesión son Plan de mantenimiento preventivo, cronogramas, en donde el ponente será un capacitador contratado por la empresa BSG Insitute. Tiene una duración de 3 horas. Los puntos a tratar son los siguientes.

Tabla 36. Contenido de la sesión 4. Plan de mantenimiento preventivo, cronogramas

N°	CONTENIDO TEMATICO	DURACION	TIPO DE SESION
01	Que es un plan de mantenimiento	30 min	Power point (Ppt)
02	Explicación del plan de mantenimiento preventivo a implementar.	1 hora	Power point (Ppt)
03	Que es un cronograma	30 min	Power point (Ppt)
04	Explicación del cronograma a implementar.	1 hora	Power point (Ppt)
05	Ronda de preguntas	30 min	Power point (Ppt)

Fuente . BSG Institute [27]

SESION 5:

El tema a tratar en esta sesión es El Software MP, en donde el ponente será un capacitador contratado por la empresa CMMS Software MP [28]. Tendrá una duración de 3 horas. Los puntos a tratar son los siguientes.

Tabla 37. Contenido de la sesión 5. El Software MP MANTENIMIENTO

N°	CONTENIDO TEMATICO	DURACION	TIPO DE SESION
01	¿ Que es un software de mantenimiento ? Importancia	30 min	Power point (Ppt)
02	Que es el MP MANTENIMIENTO	1 hora	Power point (Ppt)
03	Explicación para implementar el software MP MANTENIMIENTO en la empresa	30 min	Power point (Ppt)
04	Ronda de preguntas	1 hora	Power point (Ppt)

Fuente . CMMS Software MP [28]

Las actividades de capacitación se realiza durante un periodo de 2 meses durante la implementación del sistema. En donde las capacitaciones serán dentro del horario del trabajo al comenzar la jornada laboral de las semanas asignadas, tendrá de duración de 1 hora.

Tabla 38. Cronograma de actividades de Capacitación para la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Actividades	1er SEMANA	2da SEMANA	3era SEMANA	4ta SEMANA	5ta SEMANA
Sistema de gestión de mantenimiento	X				
Equipos críticos y su codificación		X			
Procedimiento de mantenimiento correctivo y preventivo			X		
Plan de mantenimiento preventivo				X	
Software MP					X

Fuente. Elaboración propia.

Es importante ser capacitados para contar con un personal calificado y realizar un correcto desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

XII. Documentación y control de cambios

La empresa Agronegocios SicánS. A. C. controla la revisión y aprobación de los procedimientos y formatos del Sistema, dicha información la tiene el Jefe de mantenimiento. Por otra parte se realiza el control de cambio con el propósito de los cambios, posibles consecuencias, por eso se realiza un formato para su control para que se realice de manera planificada.

Tabla. Control de cambios

N°	Version	Cambio realizado	Motivo del cambio	Aprobacion (Nombre , cargo , firma)	Revision (Nombre , cargo , firma)

XIII. Verificación (indicadores)

La empresa Agronegocios Sicán S. A. C. utiliza indicadores para medir el desempeño del sistema. Los indicadores son los más relevantes empleados para nuestro sistema

$$\text{Productividad tiempo} = \frac{\text{Producción real}}{\text{horas producción}}$$

$$\text{Productividad máquinas} = \frac{\text{Producción real}}{\text{KWh máquinas}}$$

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción real}}{\text{costos (Inversión)}}$$

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº de horas de funcionamiento}}{\text{Nº de fallas}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº de horas de paro}}{\text{Nº de fallas}}$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas de paro}}{\text{horas totales}}$$

$$\text{Capacitados} = \frac{\text{Cantidad de personal capacitados}}{\text{Cantidad de personal de producción}}$$

XIV. Acción correctiva y preventiva

- Auditoria

La empresa lleva a cabo las auditorias para el sistema por personas independientes de las actividades que se realicen. Las personas en el interior de la empresa también podrán participar siempre y cuando sean ajenas a estas actividades. Las auditorias incluirán:

- Las fortalezas, oportunidad y debilidades del sistema.
- Si se están cumpliendo sus objetivos trazados del sistema
- Si la empresa es capaz de lograr el desempeño deseado del sistema.

A través del siguiente formato de Plan de acción de observaciones

Tabla 39. Plan de acción de observaciones

N°	Descripción del evento	Hallazgo	Recomendación	Acción	ESTATUS(corregido/en proceso)

Fuente. Elaboración propia

XV. Revision por la dirección

Una vez realizadas las auditorias, se presenta un informe de estas auditorias, y se reúne a la alta dirección, responsable del proceso en la cual se realiza la revisión de la información recopilada. Para estas actividades debe asignarse plazos, recurso y responsable.

Tabla. Resultados de Revision por la dirección

Resultados de Revision por la dirección					
Fecha					
Descripcion	Evidencia	Responsable	Plazo	Recurso	Observacion

Fuente. Elaboración propia

B. Programa de mantenimiento

Se debe determinar la metodología más idónea en las actividades de un programa de mantenimiento acorde al diseño de gestión de mantenimiento. Según Murthy et al. [26] en su

Artículo “ Maintenance strategies management “ , considera los criterios que se toman en cuenta para elegir metodologías mas utilizadas en el mantenimiento , se aprecia en la siguiente tabla 40 .

B.1 Criterios para elección de metodologías en programa de mantenimiento

Tabla 40. Criterios de comparación entre las metodologías más utilizadas en el mantenimiento

CRITERIOS	RCM	TPM	ECM
Objetivo	Aumentar la confiabilidad del equipo, Identificar modos de fallas ,Selección de tareas efectiva	Es lograr cero paros , cero defectos.	Logra el mejoramiento continuo incorporado, técnicas de RCM Y TPM
Costos de Implementación	Su inversión de acuerdo a la propuesta en planeación . Por ser un proceso continuo	Inversión en infraestructura , cambio en proceso , equipos . Requiere de la especialización del personal y cambios en procesos.	Requiere de fuerte inversión y esfuerzo para mantenerse.
Tiempo de implementación	Se ejecuta un panorama a corto plazo de 3 a 6 meses	Se ejecuta un panorama a largo plazo, uno hasta 3 años	Se ejecutan panorama a un plazo 1 a 3 años
Productividad del equipo y del mantenimiento	- Incrementa la disponibilidad , productividad. - Reduce los paros del equipo en la consecuencia de la falla.	- Incrementando el valor agregado por la persona. - Incrementa el OEE, reduce los paros del equipos	Incrementa su calidad , disponibilidad
Ventaja	- Va dirigido al mantenimiento de las máquinas y / o equipos por estrategias.	- Reconoce que la función de mantenimiento sola no puede mejorar la fiabilidad. - Dirigido a los tiempos y movimiento en la produccion	Mejora la calidad de producto , disponibilidad de equipos , servicio al cliente.

Fuente. Maintenance strategies management[26]

Para la elección de la metodología mas adecuada, se realiza el método de factores según Heizer y Barry [22], en donde se considera los criterios obtenidos de la tabla anterior, la cual debe brindar una mejor atención a las averías presentadas en las máquinas.

A. Costos de implementación

- B. Tiempo de implementación
- C. Productividad del equipo y del mantenimiento
- D. Ventajas

De acuerdo con la metodología, se analiza los factores mediante sus criterios de relevancia en donde se coloca una ponderación de 1 cuando es de suma importancia y 0 cuando no se considera de suma importancia.

Tabla 41. Ponderación de factores

FACTORES	A	B	C	D	TOTAL	PONDERADO
A		1	0	1	2	20 %
B	0		1	1	3	30 %
C	1	0		1	3	30 %
D	1	0	0		2	20 %
TOTAL					10	100 %

Fuente. Principios de Administración de Operaciones [22]

Escala de puntaje para calificar los factores

- Muy bueno : 4
- Bueno : 3
- Regular : 2
- Malo : 1

Tabla 42. Calificación de diferentes metodologías de mantenimiento

CRITERIOS	%	RCM		TPM		ECM	
		ESCALA	PUNTAJE	ESCALA	PUNTAJE	ESCALA	PUNTAJE
A	20 %	3	0,6	2	0,4	2	0,4
B	30 %	4	1,2	2	0,6	2	0,6
C	30 %	3	0,9	2	0,6	2	0,6
D	20 %	3	0,6	2	0,4	3	0,6
TOTAL	100%		3,3		2		1,9

Fuente . Elaboración propia

De acuerdo a tabla 42, la metodología mas idónea para el programa de mantenimiento es

RCM , mantenimiento centrado en la confiabilidad , ya que representa el puntaje de 3,3 mas alto que ofrece mejores ventajas según el grado de importancia en los factores con respecto al TPM , ECM según las necesidades de la empresa.

B.2. Programa de mantenimiento basado en el RCM

Las actividades para el programa de mantenimiento basadao en el RCM se realiza mediante :

- A. Jerarquización de las máquinas. (Ver tabla 28)
- B. Inventario de las máquinas del proceso productivo y su codificación. (Ver tabla 43)
- C. Arbol de fallas (Ver figura 28)
- D. El método AMEF (Análisis modos de fallas y efectos) para analizar fallas potenciales y brindar las posibles soluciones. . (Ver tabla 45)
- E. El diagrama de decisiones. . (Ver tabla 52)
- F. El plan de mantenimiento preventivo y su cronograma. (Ver tabla 58)
- G. Software de mantenimiento. (Ver figura 28)

A continuación se detalla el programa de mantenimiento RCM.

a. Jerarquización de las máquinas

En la elaboración del plan de mantenimiento es importante priorizar las máquinas del empresa, es por eso que se utilizó el diagrama de Pareto en el cual se basó su criterios en el análisis de criticidad (Ver tabla 26)

b. Codificación de las máquinas críticas y semi-críticas

Una vez jerarquizado las máquinas en un subsistema, es necesario codificarlos así como sus componentes. Con esta codificación se pretende que se identifique su fácil ubicación, tipo y documentación.

La clasificación será de la siguiente manera: XYZ-COM-123 , en donde:

XYZ: Siglas de la máquina

COM: Componente que pertenece la máquina

123: Consecutivo

- **Siglas de la máquina XYZ**

El código de las siglas de la máquina está conformado por las tres letras más representativas del nombre de la máquina. En la siguiente tabla 43 se presenta el código del tipo de la máquina de la empresa, en donde se seleccionaron en negrita los más críticos y semi-críticos .

Tabla 43. Código de tipo de máquina

Máquina	Código	Máquina	Código
Elevador cangilón 1	EL1	Elevador cangilon 3	EL3
Pre-limpia 1	PR1	Gravimétrica 2	GV2
Pre-limpia 2	PR2	Fajatransportadora 1	FA1
Elevador cangilon 2	EL2	Faja transportadora 2	FA2
Gravimétrica 1	GV1	Empaquetadora	EMP

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

- **Componente y consecutivo:** El código del componente y su consecutivo se ubican adelante de las siglas de la máquina. En la tabla 44 se presentan la codificación para las máquinas críticos y semicríticos.

Tabla 44. Codificación de las máquinas críticos

Máquinas	Componente	Siglas	Comp	Csc
Elevador Cangilon 1	Faja	EL1	FJA	1
	Motor	EL1	MOT	2
	Pulsador	EL1	PUL	3
	Polea	EL1	POL	4
	Rodillo	EL1	ROL	5
Pre limpia 1	Motor	PR1	MOT	1
	Polea	PR1	POL	2
	Malla de acero	PR1	MAC	3
	Pulsador	PR1	PUL	4
	Resortes	PR1	RES	5
	Pernos	PR1	PER	6
Pre-limpia 2	Motor	PR2	MOT	1
	Polea	PR2	POL	2
	Malla de acero	PR2	MAC	3
	Pulsador	PR2	PUL	4
	Resortes	PR2	RES	5
	Pernos	PR2	PER	6
Gravimétrica 1	Motor	GV1	MOT	1
	Pulsador	GV1	PUL	2
	Polea	GV1	POL	3
	Ventilador	GV1	VET	4
	Resortes	GV1	RES	5
	Pernos	GV1	PER	6

Máquinas	Componente	Siglas	Comp.	Csc
Gravimétrica 2	Motor	GV2	MOT	1
	Polea	GV2	POL	2
	Ventilador	GV2	VEN	3
	Resortes	GV2	RES	4
	Pernos	GV2	PER	5
Faja transportadora 2	Rodillo	FA2	ROL	1
	Motor	FA2	MOT	2
	Faja	FA2	FJA	3
	Motorreductor	FA2	MOR	4

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

Una vez realizado la codificación de las máquinas críticos y semi críticos , se procede a realizar el AMEF , la cual nos da información de las causas y efectos de los fallos que presentan.

c. Árbol de fallas

Es una herramienta para analizar y localizar el origen de las fallas que ocurren en las máquinas, en la cual nos permite a definir las causas de estas [21]. Asimismo nos ayuda a tener una base para elaborar el análisis MEF que se muestra mas adelante.

A continuación se presenta los árboles de fallas de las máquinas del sistema productivo.

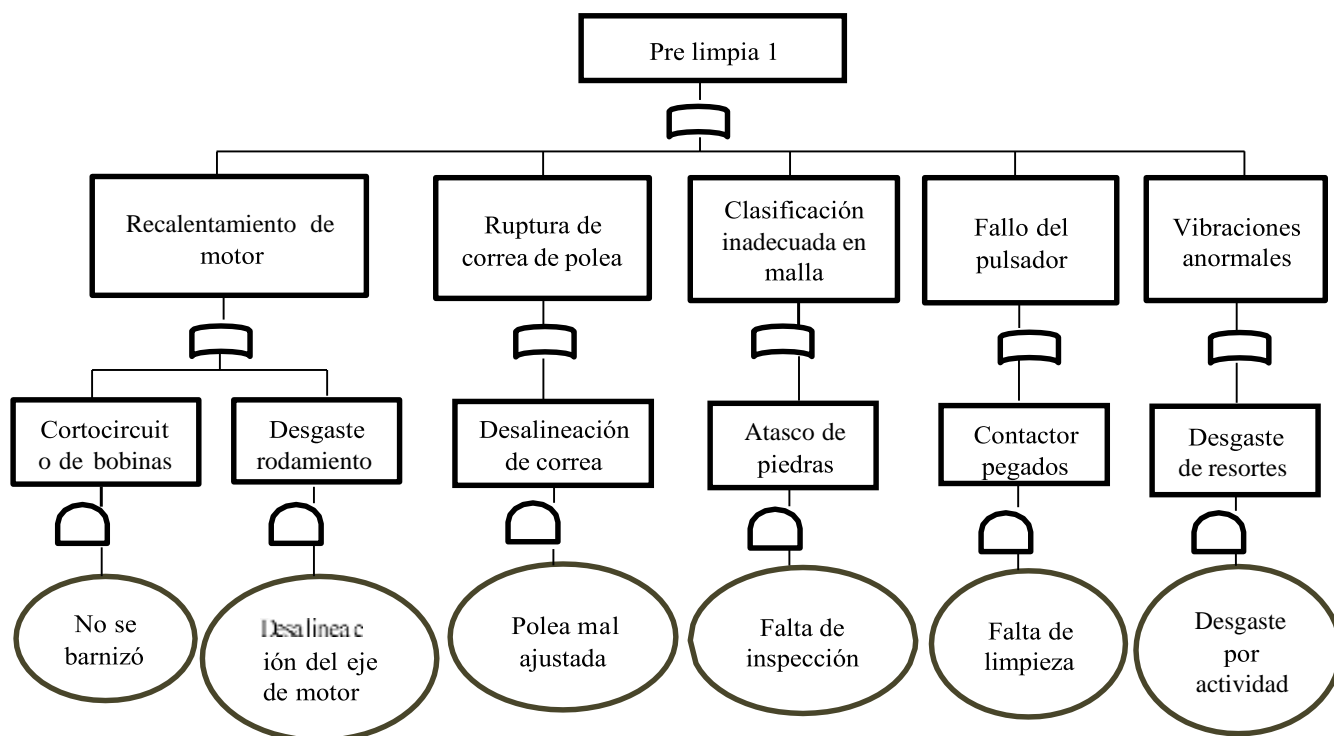


Figura 29. Árbol de fallas de Pre-limpia 1

Fuente. Agronegocios Sicán SAC.

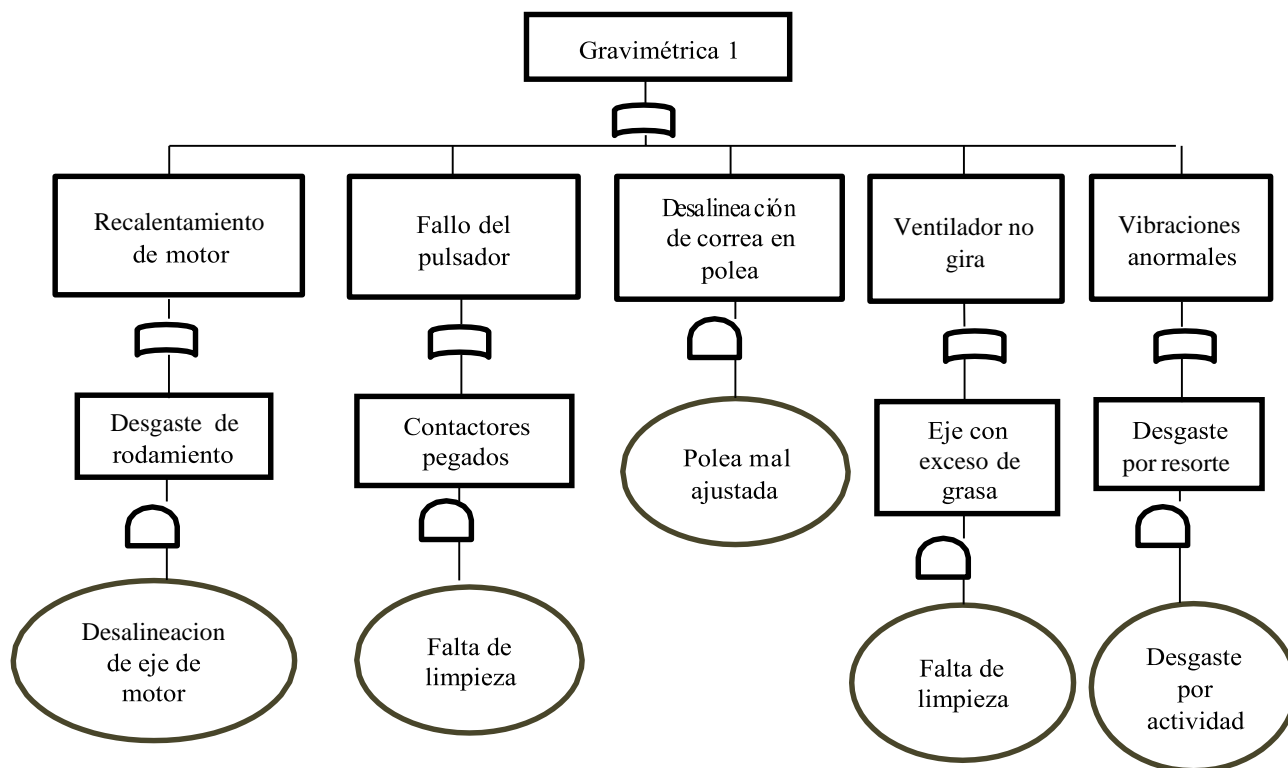


Figura 30. Árbol de fallas de Gravimétrica 1
 Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

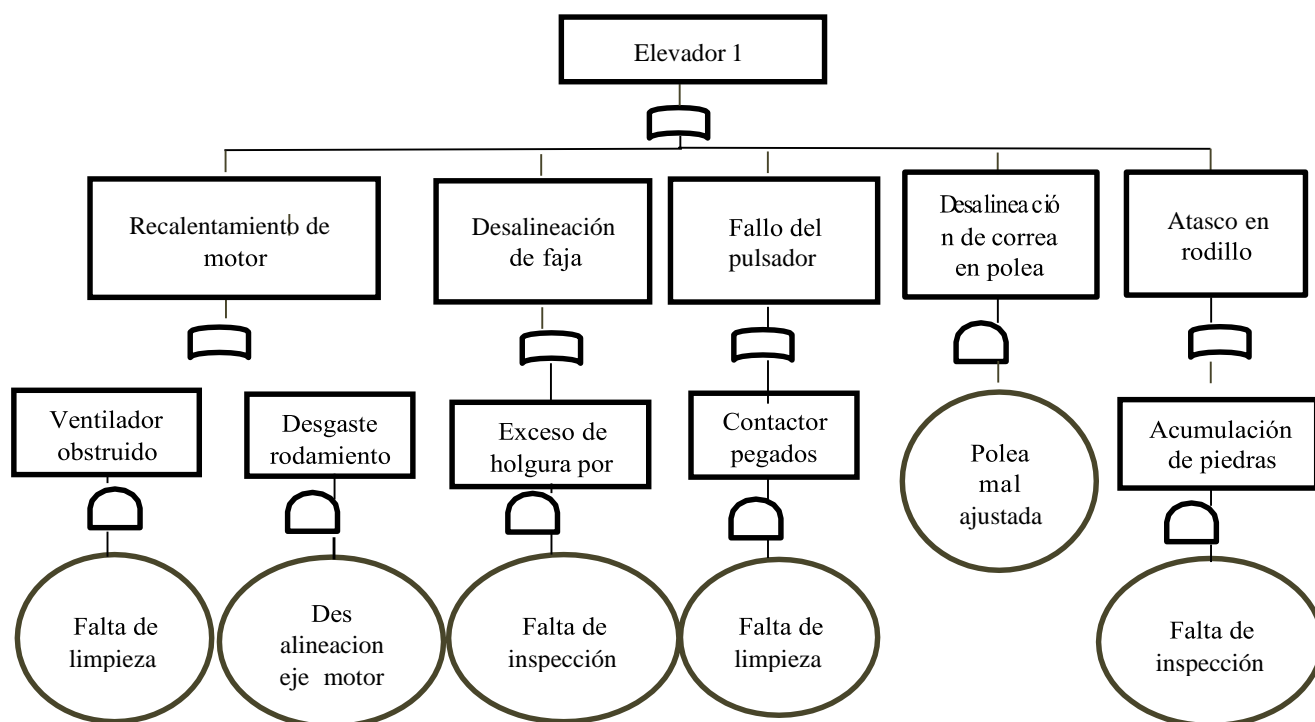


Figura 31. Árbol de fallas de Elevador 1

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

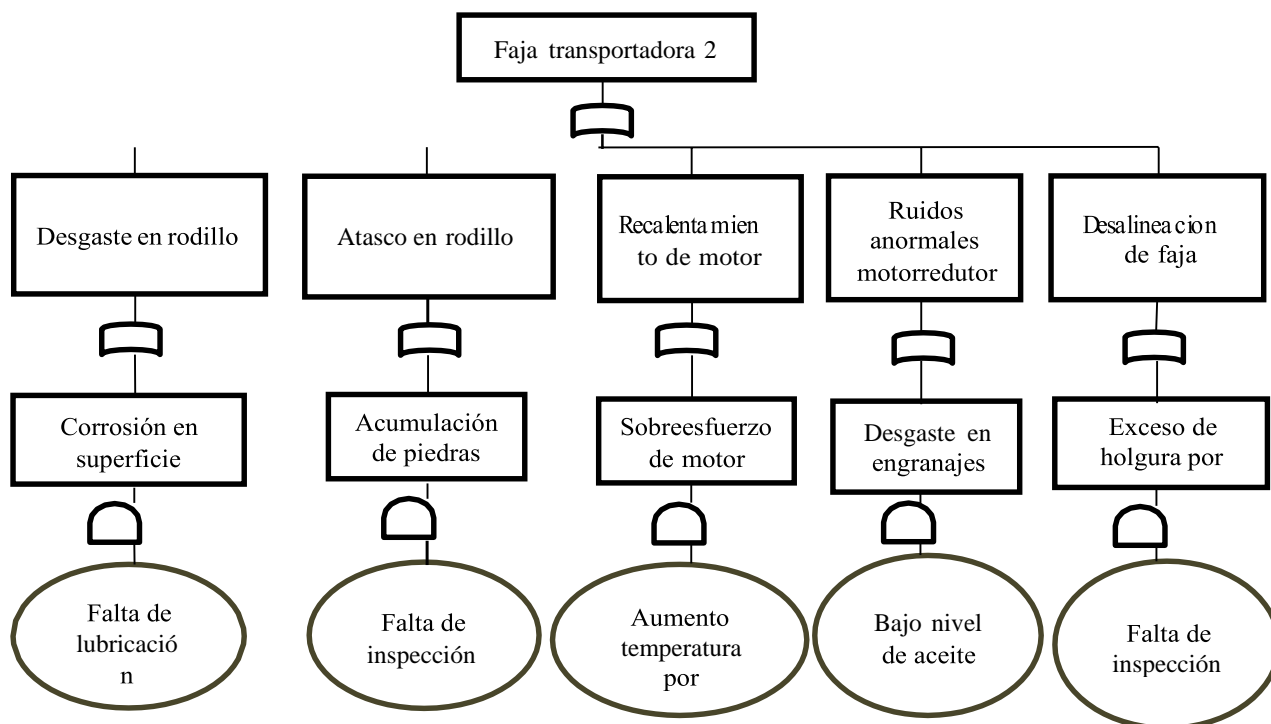


Figura 32. Árbol de fallas de Faja transportadora 2

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

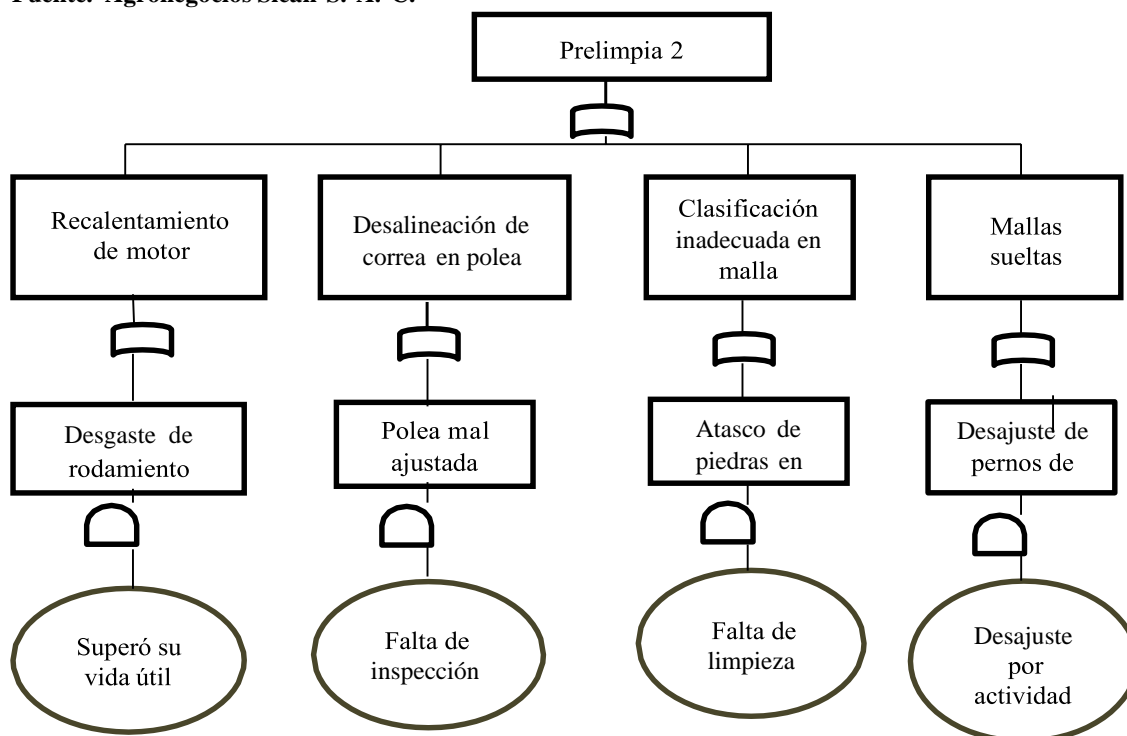


Figura 33. Árbol de fallas de Prelimpia 2

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

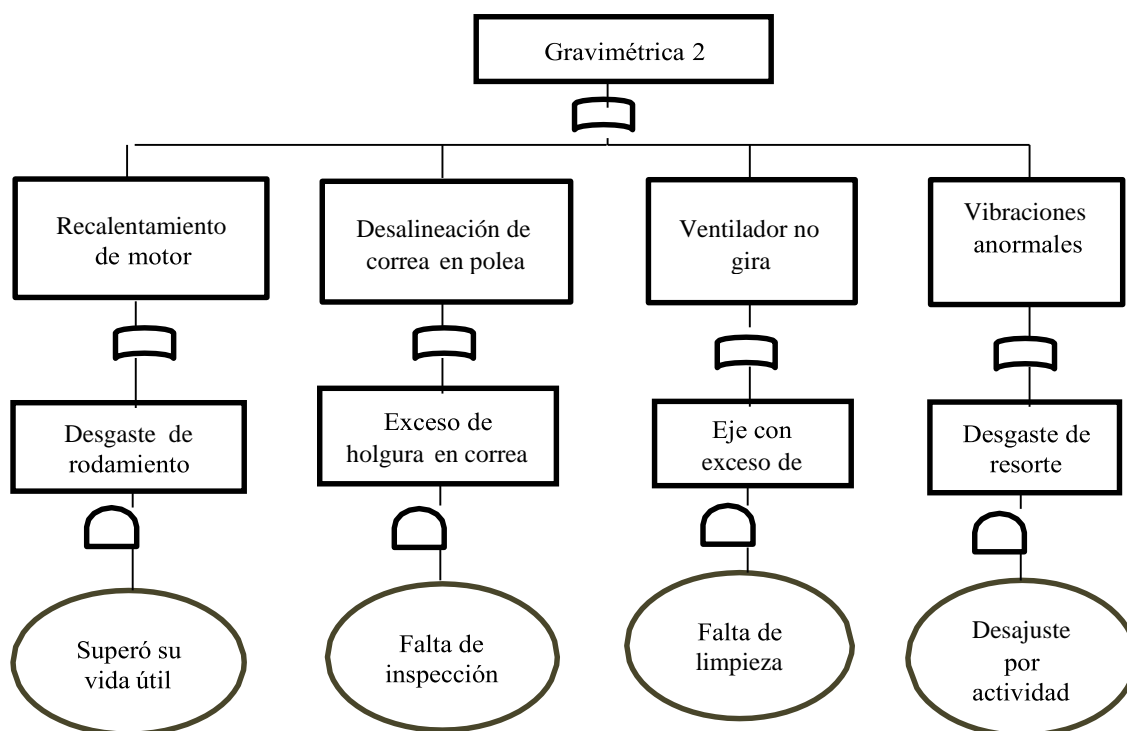


Figura 34. Árbol de fallas de Gravimétrica 2

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Se puede apreciar de los árboles de falla, motivos reales por las cuales se presentaron las averías de las máquinas semi críticas y críticas. Esto sirve de base para la elaboración del AMEF, ya que se presta atención a estos motivos para darles una actividad de mantenimiento adecuada. Sus motivos mas frecuentes son los que supero su vida útil del componente, falta de inspección, falta de limpieza, desajustes.

d. AMEF (Análisis de modo y efectos de fallo)

En base al registro histórico de averías (Anexo 1) y árbol de fallas se realiza el AMEF de las máquinas críticos y semi críticos de la empresa.

Tabla 45. Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código:				
Máquina:	PRE-LIMPIA 1						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Causa potencial del fallo	SITUACION ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	A	Recalentamiento motor	1	Cortocircuito en bobina	Se derrite el barniz de los hilos	No se barnizó a tiempo	5	7	7	245	Falla medio
				2	Desgaste de rodamiento	Ruidos anormales en motor	Desalineación de eje de motor	9	8	7	504	Falla Alto
polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	B	Pérdida de movimiento entre poleas	1	Desalineación de correa en polea	Paraliza la producción	Polea mal ajustada	9	8	7	504	Falla Alto
				2	Ruptura de correa	Paraliza la producción	Desgaste por desalineamiento	6	7	5	210	Falla medio
Malla acero	Clasificación por tamaño 3/4", 1/2", 1/4"	C	No clasifica correctamente	1	Atasco de piedras	No realiza la clasificación de grano	Falta de inspección	9	8	7	504	Falla Alto
Pulsador	Energiza la bobina del contactor de arranque	D	Incapacidad para encender motor	1	Contactor pegado	Motor no enciende	Falta de limpieza	7	7	7	343	Falla medio
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	E	vibraciones anormales	1	desgaste de resortes	Vibracion anormales , mal funcionamiento del equipo	Mal alineamiento	4	5	5	100	Falla bajo
Pernos de sujeción	Sujetar la malla del equipo	F	Perdida de ajuste	1	Desajuste pernos	Mallas suelta	Falta de inspeccion	9	6	5	270	Falla medio

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 46. Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código:				
Máquina:	GRAVIMETRICA 1						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional		Modos potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Causa potencial del fallo	SITUACION ACTUAL					
							Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo	
Motor	Transmite potencia mecánica a	A	Recalentamiento o motor	1	Desgaste de rodamiento	Ruidos anormales del motor	Desgaste por actividad	7	8	7	392	Falla medio
Pulsador	energiza la bobina del contactor para	B	Incapacidad de funcionar	1	Pulsador en mal estado	No deja pasar la corriente, dificulta el arranque	Falta de limpieza	7	5	7	245	Falla medio
polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	C	Perdida de movimiento	1	desalineación de correa en polea	Paraliza la producción	Polea mal ajustada	9	8	7	504	Falla Alto
				2	Ruptura de correa	Parada de equipo	Desgaste por actividad	5	5	7	175	Falla medio
Ventilador	Producir una corriente de aire	D	Perdida de potencia	1	Ventilador no gira	Clasificación no de acuerdo a	Eje con exceso de grasa	9	8	7	504	Falla Alto
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	E	Impactos y vibraciones anormales	1	desgaste de resortes	Vibracion anormales , malfuncionamiento del equipo	Desgaste por actividad	3	4	7	84	Falla bajo
Pernos sujeción de base	Sujetar el cuerpo del equipo	F	Perdida de ajuste	1	Exceso de vibraciones, Desajuste pernos	Desalineación del cuerpo del equipo	Falta de inspeccion	8	8	5	320	Falla medio

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 47. Análisis de Modo de Falla del Elevador de cangilones 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)							Código:			
Máquina:		ELEVADOR CANGILÓN 1							Revisado			
Componente	Función	Falla funcional		Modos de falla	Efecto de falla	Causas potenciales del fallo	SITUACIÓN ACTUAL					
							Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo	
Faja	transporta el producto en forma vertical	A	Rotura, deformación	1	Desalineación de faja	No permite transportar el material	Deformación por exceso de holgura	9	7	5	315	Falla medio
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	B	Recalentamiento motor	1	Ventilador obstruido por piedras, grasa	Parada de equipo	Falta de inspección	8	9	7	504	Falla Alto
				2	Desgaste rodamiento	Ruidos anormales en motor	Desalineación de eje de motor	3	4	7	84	Falla bajo
Pulsador	energiza la bobina del contactor para encender motor	C	Incapacidad de carga	1	r contactor pegados	Motor no enciende	Falta de limpieza	5	4	5	100	Falla bajo
Polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	D	Pérdida de movimiento	1	Desalineación de correa	Paraliza la producción	Polea mal ajustada,	9	8	7	504	Falla Alto
Rodillos	Soporta y ayuda a girar la banda.	E	Incapacidad de transportar	1	Atasco de piedras en rodillo	Malfuncionamiento del equipo	Falta de inspección	9	8	7	504	Falla Alto
		F	Desgaste de superficie	1	Desgaste de rodillo	Malfuncionamiento del equipo	Se queda pegado al eje por corrosión	9	8	5	360	Falla medio

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 48. Análisis de Modo de Falla de la Faja transportadora 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código				
Máquina:	FAJA TRANSPORTADORA 2						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Efecto de falla	Causas potenciales del fallo	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Rodillo	Soporta y ayuda a girar la banda.	A	Desgaste de superficie	1	Desgaste en rodillo	Malfuncionamiento del equipo	Oxidación en la superficie del eje	8	8	7	448	Falla medio
		B	Incapacidad de transportar	1	Atasco en rodillo	Acumulación de piedras	Falta de inspección	6	6	5	180	Falla medio
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	C	Recalentamiento de motor	1	Sobre-esfuerzo	Consume más electricidad por lo que se recalienta	Aumento Temperatura, exceso de uso	4	6	7	168	Falla medio
Faja	Por arrastre transporte el producto	D	Rotura, deformación	1	Desalineación de faja	No permite transportar el material, deformación	exceso de holgura por actividad	9	9	7	567	Falla Alto
Motor reductor	Reduce la velocidad del motor	E	Incapacidad de funcionar	1	Desgaste engranaje	Ruidos anormales en motor	Bajo nivel de aceite	4	4	5	80	Falla bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 49. Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código				
Máquina:	GRAVIMETRICA 2						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Efecto de falla	Causas potenciales del fallo	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Trasmite potencia mecánica a mecanismo de	A	Recalentamiento o motor	1	Desgaste de rodamientos	Ruidos anormales en motor	Desalineacion de eje de motor	7	6	7	294	Fallo medio
Polea	Transmite la fuerza del motor por una correa	B	Perdida de movimiento	1	Desalineación de correa	Paraliza la producción	Falta de inspeccion	9	8	7	504	Fallo Alto
Ventilador	Producir una corriente de aire a través de una cubierta	C	Perdida de potencia	1	Ventilador no gira	Clasificación no de acuerdo a especificaciones	Eje con exceso de grasa	7	8	7	392	Fallo medio
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	D	Vibraciones anormales	1	Desgaste de resorte	Vibracion anormales , mal funcionamiento del equipo	Mal alineamiento	3	8	7	168	Fallo medio
Pernos de sujeción de base	Sujetar el cuerpo del equipo	E	Perdida de ajuste	1	Desajuste y ruptura de pernos en base	Desalineación del cuerpo del equipo y paraliza la produccion	Falta de inspección	5	5	5	125	Fallo bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 50. Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)					Código					
Máquina:	PRE-LIMPIA 2					Revisado por:						
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Efecto de falla	Causas potenciales del fallo	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Trasmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	A	Recalentamiento de motor	1	Desgaste de rodamiento	Ruidos anormales en motor	Desalineación de eje de motor	7	6	7	294	Fallo medio
Polea	Transmite la fuerza del motor por una correa	C	Perdida de movimiento	1	Desalineación de la correa	Paraliza la producción	Falta de inspección	9	8	7	504	Fallo Alto
Malla de acero	Clasificación por tamaño 3/4", 1/2", 1/4"	D	No clasifica correctamente	1	Atasco de piedras	No realiza la clasificación de grano	Falta de inspección	9	9	7	567	Fallo Alto
Pernos de sujeción	Sujetar la malla con el cuerpo del equipo	E	Perdida de ajuste	1	Desajuste de pernos	Mallas suelta, mal funcionamiento del equipo	Falta de inspección	9	8	5	360	Fallo medio

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Una vez realizado los Análisis de modo y efectos de fallo (AMEF), se presenta un resumen de los modos de fallos de las tablas anteriores según la prioridad del riesgo.

Tabla 51. Resumen de los modos de falla y su prioridad de Riesgo

Máquina	Modo de falla	Cantidad de modo fallo	Total	Prioridad de riesgo
Pre-limpia 1	Desgaste de rodamiento motor / polea mal ajustada / atasco piedra en malla	3	12	Alto
Gravimétrica	Desalineación de correa en polea / ventilador no gira	2		
Elevador 1	Ventilador motor obstruido / desalineación correa / atasco de piedras	3		
Faja 2	Desalineación de faja	1		
Gravimétrica 2	Desalineación de correa en polea	1		
Pre-limpia 2	Desalineación correa / Atasco piedra malla	2		
Pre-limpia 1	Cortocircuito en bobina / Ruptura correa / Contactor pegado / Desajuste pernos	3	14	Medio
Gravimétrica	Desgaste rodamiento / Desajuste pernos	2		
Elevador 1	Desalineación faja / Desgaste rodillo	2		
Faja 2	Desgaste rodillo / Atasco rodillo	2		
Gravimétrica 2	Desgaste rodamiento motor / Ventilador no gira / desgaste de resorte	3		
Pre-limpia 2	Desgaste rodamiento motor / desajuste pernos	2		
Pre-limpia 1	Desgaste de resortes	1	6	Bajo
Gravimétrica	Desajuste de pernos	1		
Elevador 1	Desgaste de rodamiento / fallo pulsador	2		
Faja 2	Desgaste engranajes	1		
Gravimétrica 2	Desajuste de pernos	1		

Fuente : Agronegocios Sicán S.A.C

De acuerdo al número de prioridad del AMEF, se obtiene lo siguiente:

- 12 modo de fallo al Riesgo alto
- 14 modo de fallo de Riesgo medio
- 6 modo de fallo de Riesgo bajo

Se deben prestar atención a los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un grado de ocurrencia medio.

Asimismo se presenta las hojas de decisiones del RCM , la cual brinda una información sobre las tareas de mantenimiento más adecuadas y los responsables

E.Hoja de Decisión del RCM

Se tienen como base las preguntas formuladas en el diagrama de decisiones para tratar cada modo de fallas del AMEF y se registra las respuestas. A continuación se muestra el desarrollo de las hojas de decisión RCM de las máquinas críticos y semi-criticos de la empresa.

Tabla 52. Hoja de Decisión de la Pre-limpia 1

HOJA DE DECISIONES																	
Máquina:	Pre limpia 1							Realizado por.									
Función :	Clasificación del material por medio de mallas según tamaños							Aprobado por.									
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observación
	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	H4	H5	S4				
								S1	S2	S3							
								O1	O2	O3							
N1	N2	N3															
Motor	1	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza y barnizado de bobina del motor	18 meses	Operador de	Manual
	1	A	2	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambio de rodamiento	Cada 18 meses	Operador de	Manual
Polea	1	B	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Revisar la alineación de la correa de la polea	Cada 2 meses	Operario	Fórmula MTBF
	1	B	2	S	N	N	S			S	N	N	N	Revisión , cambiar la correa	Anual	Operario	Experiencia del operador de
Malla acero	1	C	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza de la malla	Diaria	Operario	Experiencia
Pulsador	1	D	1	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambio de Contactor	Cada 18	Electricista	Manual
Resortes	1	E	1	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambiar de resortes	Cada 15	Operador	Experiencia
Pernos de sujeción de la base	1	F	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Revisar y ajustar los pernos de la base	Cada 2 meses	Operario	Fórmula MTBF
										S				Cambiar los pernos	Cada 2 años	Operario	Experiencia operador de

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Para las actividades de mantenimiento que han sido tomado del Manual de mantenimiento de bobina de motor WEG y se encuentran en el Anexo 4 y las actividades de mantenimiento que se han utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3.

Tabla 53. Hoja de Decisión de la Gravimétrica 1

HOJA DE DECISIONES																	
Máquina:	GRAVIMETRICA 1							Realizado por.									
Función :	Clasificación del material según su peso							Aprobado por.									
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observación
	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	H4	H5	S4				
								S1	S2	S3							
								O1	O2	O3							
Motor	2	A	1	S	N	N	S			S	N	N	N	Revisión y /o cambio Rodamientos	Cada 18 meses	Operador de	Manual
Pulsador	2	B	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Cambio de pulsadores	Cada 18 meses	Electricista	Manual
Polea	2	C	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Revisar la alineación de la correa de la polea	Cada 2 meses	Operario	fórmula MTBF
	2	C	2	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambiar la correa	Anual	Operario	Manual
Ventilador	2	D	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Limpieza del ventilador	Cada 3 meses	Operador de	fórmula MTBF
Resortes	2	E	1	S	N	N	S			S	N	N	N	cambiar de resortes	cada 15 meses	Operador de	Experiencia del operador de
Pernos de sujeción de la base	2	F	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Ajustar los pernos	Cada 2 meses	Operador de máquina	fórmula MTBF
	2	F	1	S	N	N	S			S				Cambiar los pernos	Cada 2 años		Experiencia del operador de

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Para los intervalos iniciales de las actividades de mantenimiento han sido tomado del Manual de Red power y manual weg se encuentran en el Anexo 4 y las actividades de mantenimiento que se han utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3 .

Tabla 54. Hoja de Decisión del Elevador de cangilón 1

HOJA DE DECISIONES																	
Máquina:	ELEVADOR CANGILON 1							Realizado por									
Función :	Permite el transporte continuo del producto por medio de un cangilón							Aprobado por.									
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observación
	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	H4 H5 S4						
								S1	S2	S3							
								O1	O2	O3							
							N1	N2	N3								
Faja	3	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspeccionar la faja en busca de holgura	Quincenal	Operario	Por experiencia del operario
	3	A	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Ajustar o tensar faja	45 días		fórmula MTBF
	3	A	1	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambiar faja	Anual	Operador de	Manual
Motor	3	B	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Limpieza del ventilador	Cada 3 meses	Operador de	fórmula MTBF
	3	B	2	S	N	N	S			S	N	N	N	cambiar los rodamientos	Cada 18 meses	Operador de máquina	Manual
Pulsador	3	C	1	S	N	N	S			S	N	N	N	Cambiar de contactor	Anual	Electricista	Manual
Polea	3	D	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Revisar la alineación de la correa de la polea	Cada 2 meses	Operario	fórmula MTBF
														Cambio de correa	Anual	Operador de	Manual
Rodillo	3	E	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspección y limpieza en	Diario	Operario	Por experiencia
	3	F	1	S	N	N	S	S			N	N	N	lubricación en rodillo	Cada 2 meses	Operador de máquina	Manual

Fuente. Agronegocios SicánS. A. C.

Para los intervalos iniciales de las actividades de mantenimiento han sido tomado del Manual de mantenimiento de fajas transportadoras se encuentran en el Anexo 4 y las actividades de mantenimiento que se han utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3 .

Tabla 55. Hoja de Decisión de la Faja transportadora 2

HOJA DE DECISIONES																				
Máquina:	FAJA TRANSPORTADORA 2							Realizado por												
Función :	Transporta el producto por la banda o faja							Aprobado por.												
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observacion			
	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	S1	S2	S3					H4	H5	S4
	O1	O2	O3	N1	N2	N3														
Rodillo	4	A	1	S	N	N	S	S					N	N	N	Lubricación de chumacera	Mensual	Operador de	Manual	
	4	B	1	S	N	N	S	S					N	N	N	Inspección y limpieza en rodillos	Diario	Operario	Por experiencia	
Motor	4	C	1	S	N	N	S	S			S		N	N	N	Medir el amperaje y temperatura del motor	quincenal	Operador de	Manual	
Faja	4	D	1	S	N	N	S	S					N	N	N	Inspeccionar la faja en busca de desgaste, holgura	quincenal	Operario	Por experiencia	
	4	E	1	S	N	N	S	S								Ajustar o tensar las fajas	45 días	Operador	fórmula MTBF	
	4	F	1	S	N	N	S				S					Cambiar fajas	anual	Operador	Manual	
Motorreductor	4	G	1	S	N	N	S	S					N	N	N	Cambiar de aceite y Comprobar el nivel de aceite	Cada 6 meses	Operador de	Manual	

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.

Para los intervalos iniciales de las actividades de mantenimiento han sido tomado del Manual de mantenimiento de fajas transportadoras se encuentran en el Anexo 4 y las actividades de mantenimiento que se han utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3

Tabla 56. Hoja de Decisión de la Gravimétrica 2

HOJA DE DECISIONES																	
Máquina:	GRAVIMETRICA 2							Realizado por									
Función :	Clasificación del material según su peso							Aprobado por.									
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observacion
								H1	H2	H3							
	S1	S2	S3	H4	H5	S4											
	O1	O2	O3														
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3								
Motor	5	A	1	S	N	N	S			S				Cambiar rodamientos	Cada 18	Operador de	Manual
Polea	5	B	1	S	N	N	S	S		S				Revisar la alineación de la correa de la polea	Cada 2 meses	Operario	fórmula MTBF
	5	B	1	S	N	N	S			S				Cambio de correa	Anual	Operario	Manual
Ventilador	5	C	1	S	N	N	S	S						Inspeccionar y limpieza del ventilador	Cada 3 meses	Operador de máquina	fórmula MTBF
Resortes	5	D	1	S	N	N	S			S				Revisión y/o cambiar los resortes	Cada 15 meses	Operador de máquina	Experiencia del operador de
Pernos de sujecion de base	5	E	1	S	N	N	S	S		S				Revisar y ajustar los pernos de la base	Cada 2 meses	Operador de máquina	fórmula MTBF
														Cambio de pernos	Cada 2 años		Experiencia del operador de

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Para los intervalos iniciales de las actividades de mantenimiento han sido tomado del Manual de Red power y manual weg y se encuentran en el Anexo 4 y las actividades que se ha utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3 .

Tabla 57. Hoja de Decisión de la Pre-limpia 2

HOJA DE DECISIONES																				
Máquina:	PRE-LIMPIA 2							Realizado por												
Función :	Clasificación del material por medio de mallas según							Aprobado por.												
Componente	Referencia Información			Evaluación de consecuencia				Decisión			Acción "a falta de "			Tareas propuestas	Intervalo inicial	Realizarse por:	Observación			
	F	FF	F M	H	S	E	O	H1	H2	H3	S1	S2	S3					H4	H5	S4
	O1	O2	O3	NI	N2	N3														
Motor	6	A	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Cambio de rodamientos	Cada 18 meses	Operador de	Manual			
Polea	6	B	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Revisar la alineación de la correa de la polea	Cada 2 meses	Operario	Fórmula MTBF			
														Cambio de correa	Anual		Experiencia del operador de máquina			
Malla de acero	6	C	1	S	N	N	S	S			N	N	N	Inspección y limpieza de la malla	Diario	Operario				
Pernos de sujeción	6	D	1	S	N	N	S	S		S	N	N	N	Revisar y ajustar los pernos de la base/	Cada 2 meses	Operador de máquina	Fórmula MTBF			
														Revisión y/o cambio pernos	Cada 2 años		Manual			

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Para los intervalos iniciales de las actividades de mantenimiento han sido tomado del Manual de mantenimiento de motor weg y se encuentran en el Anexo 4 y las actividades que se ha utilizado la fórmula MTBF se encuentran en el Anexo 3.

F. Planes de mantenimiento y cronogramas

Se procede a realizar el Planes de mantenimientos de las máquinas semicríticas y críticas, con su respectivos cronogramas.

Tabla 58. Plan de mantenimiento preventivo de Pre-limpia 1

Máquina	Componente	Tareas a realizar	Descripción de la tarea	Materiales	Herramientas	Periodo	Responsable	Tiempo de ejecución	Modo
Pre - Prelimpia 1	Motor	Limpiar	Limpieza y barnizado de bobina del motor	Trapo industrial/barniz	Llaves 12", 17", 24" hexagonales	18 meses	Operador de máquina	2 h	Parada
		Cambiar	Cambiar rodamiento	Rodamiento SKF6204 ZZ	Llaves, Hexagonales	cada 18 meses	Operador de máquina	1,5 h	Parada
	Polea	Revisar	Revisar la alineación de la correa de la polea	Trapo industrial	Llave inglesa, llave 28"/ Hexagonales	Cada 2 meses	Operario	30 min	Operación
		Cambiar	Cambiar la correa	Correa		Anual		20 min	
	Malla de acero	Limpiar	limpieza de la malla	-	Aspiradora /brocha	Cada 2 días	Operario	15 min	Parada
	Pulsador	Cambiar	Cambio de Contactor	Contactor 15 A schneider Electric	Destornillador, alicate , limpia contactos	Anual	Electricista	40 min	Parada
	Resortes	Cambiar	Cambiar resortes	2 Resortes 4"x2"	Llaves ,hexagonales	cada 15 meses	Operador de máquina	1 hora	Parada
	Pernos de sujeción	Ajustar	Ajustar los pernos	-	Llaves 25 mm, inglesa	Cada 2 meses	Operario	15 min	Parada
Cambiar		Cambiar los pernos	8 pernos de 1 "	Cada 2 años		30 min		Parada	

Fuente. Agronegocios SicánS.A.C.

Tabla 59. Plan de mantenimiento preventivo de Gravimétrica 1

Máquina	Componente	Tareas a realizar	Descripción de la tarea	Materiales	Herramientas	Periodo	Responsable	Tiempo de ejecución	Modo
Gravimétrica 1	Motor	Cambiar	Cambiar rodamiento	Rodamiento SKF6204 ZZ	Llaves /Hexagonales	cada 18 meses	Operador de máquina	1,5 h	Parada
	Pulsador	Cambiar	Cambio de pulsador	Pulsador XB4BVM4 Schneider	Destornillador alicate, limpia contactos	anual	Electricista	40 min	Parada
	Polea	Revisar	Revisar la alineación de la correa de la polea	-	Llave inglesa, llave 28”/ Hexagonales	Cada 2 meses	Operario	20 min	Operación
		Cambiar	Cambiar la correa	Correa		Anual	Operario	20 min	Parada
	Ventilador	Limpiar	Limpieza del ventilador	-	Llaves/Aspiradora /brocha	Cada 3 meses	Operador de máquina	1 h	Parada
	Resortes	Cambiar	Cambiar resortes	Resortes 4”x2”	Llaves /hexagonales	anual	Operador de máquina	1 hora	Parada
	Pernos de sujeción	Ajustar	Ajustar los pernos de la base	-	Llaves 14 mm	Cada 2 meses	Operario	15 min	Parada
		Cambiar	Cambiar los pernos	8pernos de 1/2 “		Cada 2 años	Operario	20 min	Parada

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 60. Plan de mantenimiento preventivo de Elevador de Cangilones 1

Máquina	Componente	Descripción de la tarea		Materiales	Herramientas	Periodo	Responsable	Tiempo de	Modo
Elevador Cangilón 1	Faja	Inspección	Inspeccionar el estado de la faja	-	-	mensual	Operario	10 min	Operación
		Ajustar	Ajustar o tensar faja	Faja de lona 4 " x8 m	Llaves /hexagonales	Cada 45 días	Operador de máquina	40 min	Parada
		Cambiar	Cambiar faja			Anual		2 h	Parada
	motor	Limpiar	Limpieza del ventilador del motor	-	Llaves/Aspiradora /brocha	Cada 3 meses	Operador de máquina	40 min	Parada
		Cambiar	Cambiar rodamiento	Rodamiento SFK 62209-2RS	Llaves /Hexagonales	cada 18 meses		1,5 h	Parada
	Pulsador	Cambiar	Cambio de contactor	Contactor 15 A Schneider	Destornillador/ alicata	Anual	Electricista	40 min	Parada
	Polea	Revisar	Revisar y alinear la correa	-	Llaves/ Hexagonales	Cada 2 meses	Operario	30 min	Parada
		Cambiar	Cambiar la correa	2 Correa 1,5" x 30 cm		Anual		20 min	Parada
	Rodillo	Limpiar	limpieza de rodillos	Brocha	Aspiradora	Cada 2 días	Operario	30 min	Parada
		Lubricar	Lubricar rodillo	Grasa LGHP (27 g)	Llaves/Bomba de grasa	Cada 2 meses	Electricista	10 min	Parada

Tabla 61. Plan de Mantenimiento de Faja transportadora 2

Faja transportador 2	Rodillo	Lubricar	Lubricar chumacera tipo bridad cuadrada	Grasa LGHP2	Llaves/ Bomba de grasa	Mensual	Operador	10 min	Parada
		Limpiar	Limpieza de rodillos	Brocha	Aspiradora	semanal	Operario	10 min	Parada
	Motor	Inspección	medir el amperaje	-	amperímetro	Semanal	Operador	15 min	Operación
	Faja	Inspeccionar	Inspeccionar el estado de la faja	-	-	quincenal	Operario	10 min	Operación
		Ajustar	Ajustar las fajas	Faja jebe, lona 16 "x 6 m	Llaves /hexagonales	45 días	Operador de	30 min	Parada
		Cambiar	Cambiar fajas			Anual	Operador de máquina	1 h	Parada
	Motorreductor	Cambiar	Cambiar y comprobar el nivel de aceite	Aceite industria l/Va rilla	Destornillador, llave 11, 12, 14	Cada 3 meses	Operador de máquina	20 min	Parada

Tabla 62. Plan de mantenimiento preventivo de gravimétrica 2

Máquina	Componente	Tareas a realizar	Descripción de la tarea	Materiales	Herramientas	Periodo	Responsable	Tiempo de ejecución	Modo
Gravimétrica 2	Motor	Cambiar	Cambiar rodamientos	Rodamiento SKF6204 ZZ	/ Llaves/ Hexagonales	Cada 18 meses	Operador de máquina	1,5 h	Parada
	Polea	Revisar	Revisar la alineación de la correa de la polea	-	Llaves /Hexagonales	Cada 2 meses	Operario	30 min	Parada
		Cambiar	Cambio de correa	Correa		Anual	Operario	20 min	Parada
	Ventilador	Limpiar	Limpieza del ventilador	-	Llaves/aspirador a/brocha	Cada 3 meses	Operador de máquina	1 h	Parada
	Resortes	Cambiar	Cambiar resortes	Resortes 4"x2"	Llaves /Hexagonales	cada 15 meses	Operador de máquina	1 hora	Parada
	Pernos de sujeción de base	Ajustar	Ajustar los pernos de base	-	Llaves 14mm	Cada 2 meses	Operario	15 min	Parada
		Cambiar	Cambiar los pernos	8pernos de 1/2 "		Cada 2 años	Operario	20 min	Parada

Tabla 63. Plan de mantenimiento preventivo Pre-limpia 2

Pre-limpia 2	Motor	Cambiar	Cambiar rodamiento	Rodamiento SKF6204 2R SL (rigido de bolas)	Llaves/ hexagonales	Cada 18 meses	Operador de máquina	1,5 h	Parada
	Polea	Revisar	Alinear de correa	-	Llaves / hexagonales	Cada 2 meses	Operario	30 min	Parada
		Cambiar	Cambio de correa	Correa		Anual	Operario	20 min	Parada
	Malla de acero	Limpiar	Inspección y limpieza de malla	-	Aspiradora/ brocha	Cada 2 días	Operario	15 min	Parada
	Pernos de sujeción	Ajustar	Ajustar los pernos de la base	-	Llaves 25 mm	Cada 2 meses	Operador de máquina	15 min	Parada
		Cambiar	Cambio de pernos	8 pernos de 1 "		Cada 2 años	Operador de máquina	20 min	Parada

g) Software de mantenimiento

Una vez creado el plan de mantenimiento y su cronograma de las máquinas, es necesario contar con un Software que nos ayude para el control del mantenimiento. Gutierrez [28] refleja en su artículo “*CMMS Software para el control y administración del mantenimiento* “. En la siguiente tabla 67, se muestran los criterios mas utilizados para la elección del Software más adecuado para la empresa.

Tabla 67. Criterios de Software posibles para el sistema de gestión de mantenimiento

CRITERIOS	Sysmac	Software MP	Relex
Servicios -Consultorías técnico -Capacitación,cursos. -Actualización online	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
Herramientas de Ing. de Mantenimiento -Análisis de stock de repuesto críticos -Definición de políticas -Gestión de proveedores -Predicción confiabilidad	✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓
Análisis de Riesgo Garantía Copias de seguridad	✓ ✓	✓ ✓	✓
Indicadores Disponibilidad Tiempo medio entre fallas Tiempo para reparar Grafico de Indicadores Análisis y Data histórica	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓ ✓
Análisis de Falla Árbol de falla Amef	✓ ✓	✓ ✓	✓
Análisis Económico Costo falla(hombre) Simulación	✓ ✓	✓	✓
Generación de Informes y Reportes	✓	✓	✓

Fuente. CMMS Software para el control y administración del mantenimiento [28]

Para la elección del software más adecuado, se realiza el método de factores ponderados según Heizer y Barry [22], en donde se considera los criterios obtenidos de la tabla anterior.

- A. Servicios.
- B. Herramientas de Ingeniería de mantenimiento.
- C. Análisis de riesgo humano.
- D. Indicadores.
- E. Análisis de falla.
- F. Análisis económico
- G. Generación de informes y reportes.

De acuerdo con la metodología, se analiza los factores mediante sus criterios de relevancia, en donde se coloca una ponderación de 1 cuando es de suma importancia y 0 cuando no se considera de suma importancia.

Tabla 68. Ponderación de factores

FACTORES	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL	PONDERADO
A	0	0	0	0	0	0	1	1	5 %
B	1	0	1	1	1	0	1	5	24 %
C	1	0	0	0	1	1	1	4	19 %
D	1	0	1	0	1	1	1	5	24 %
E	1	0	0	0	0	1	1	3	13 %
F	1	1	0	0	0	0	0	2	10 %
G	0	0	0	0	0	1	0	1	5 %
TOTAL								21	100 %

Fuente . Principios de Administracion de Operaciones [22]

Elaboración propia

Escala de puntaje para calificar los factores

- Bueno :3
- Regular: 2
- Malo: 1

Tabla 69. Calificación de diferentes Softwares de Mantenimiento

CRITERIOS	%	Sysmac		Software MP		Relex	
		ESCALA	PUNTAJE	ESCALA	PUNTAJE	ESCALA	PUNTAJE
A	5	3	0,015	3	0,015	3	0,015
B	24	2	0,48	3	0,72	1	0,24
C	19	3	0,57	3	0,57	2	0,38
D	24	2	0,48	3	0,72	1	0,24
E	13	3	0,39	3	0,39	2	0,26
F	10	3	0,3	2	0,2	2	0,2
G	5	2	0,1	2	0,1	2	0,1
TOTAL	100%						

Fuente. Elaboración propia

Una vez elegido el Software MP versión 9 debido a los criterios antes mencionados. Se muestra los pasos a seguir para insertar el plan de mantenimiento en el Software.

1° El primer paso para implementar el MP: es formar el catálogo con los máquinas que se desea realizar mantenimiento nos permite documentar toda la información a cada uno ellos(especificaciones, manuales , imágenes)

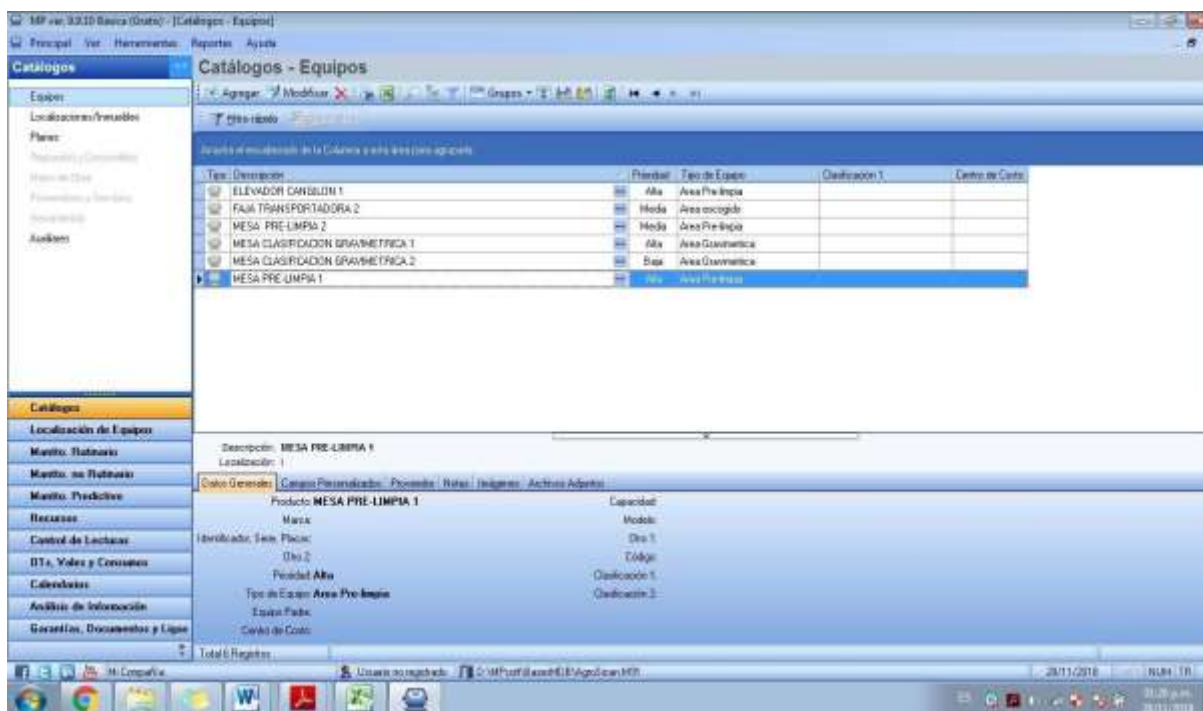


Figura 35. Introducción del catálogo de las máquinas al SoftwareMP

Fuente. SoftwareMP

2° El segundo paso es formar los planes de mantenimiento en donde se establece las partes de los equipos, las actividades de mantenimiento y la frecuencia con que debe realizarse.

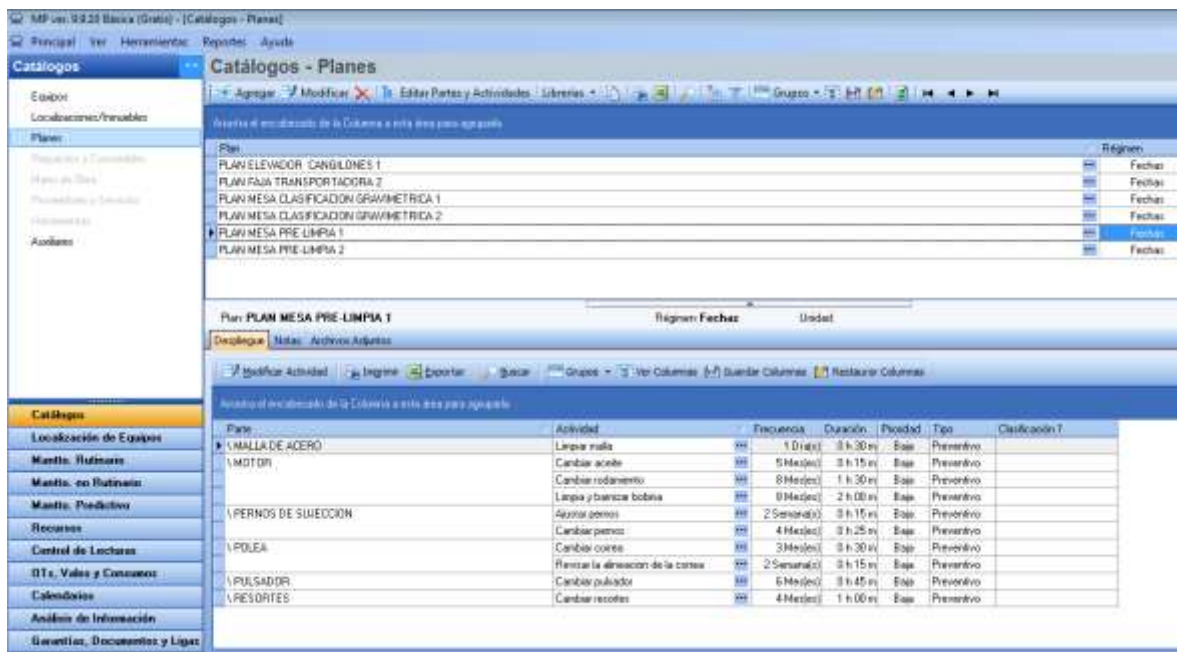


Figura 36. Introducción de las partes , actividades y planes al SoftwareMP

Fuente. SoftwareMP

3 ° El tercer paso es asociar los equipos con sus planes de mantenimiento , es ahí donde el MP calcula en forma automática los calendarios de mantenimiento.

4 ° El cuarto paso es generar las ordenes de trabajo con todos los trabajos programados de uno o varios equipos para realizarse en un periodo



Figura 37. Generación de órdenes de trabajo en SoftwareMP


Fuente. SoftwareM.

3.2.2. MEJORA 2 : Elaboración de un manual de mantenimiento preventivo en la cual contengan los procedimientos de gestión de repuestos , mantenimiento preventivo y correctivo.

El presente propósito de este manual es dar a conocer la normativa, los procedimientos que apoya a realizar un mantenimiento de las máquinas de la empresa de manera organizada y programada , consiguiendo así que el trabajo se realice con las medidas preventivas incluidas en el manual.

DEFINICIONES

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO** Se entiende como la programación de inspecciones (tanto de funcionamiento como de seguridad), ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido.
- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO** Consiste en la corrección de averías o fallas cuando éstas se presentan sin ser planificadas.
- **NORMATIVA:** Conjunto de normas aplicables a una determinada materia o actividad, en este caso el mantenimiento.
- **FALLA** Situación que se presenta en una máquina o equipo, sin interrumpir su operación o afectar la calidad del producto en proceso.
- **AVERÍA** Situación que se presenta en una máquina o equipo, interrumpiendo su normal funcionamiento.
- **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO** Contiene el calendario de actividades que registra un conjunto de labores de mantenimiento preventivo y correctivo de manera a ser aplicadas en los equipos o maquinarias y los responsables de mantenimiento.

 <p>AGRONEGOCIOS SICÁN SAC</p>	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	AGRONEGOCIOS SICÁN S. A. C.		
	CÓDIGO:		
	VERSIÓN: 001 1 de		PÁGINA:
<p>MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p>			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:			
REVISADO POR:			
APROBADO POR:			

I. Objetivo

El objetivo es dar a conocer la normativa con sus directrices para realizar la correcta operación y los procedimientos para realizar el mantenimiento de las máquinas , del proceso productivo de la empresa Agronegocios Sicán S.A.C. de manera organizada y programada , consiguiendo que el trabajo se realice con las medias preventivas incluidas en el manual

II. Alcance

La empresa Agronegocios Sicán S.A.C.

III. Normativa

Para realizar el Mantenimiento preventivo en la empresa, se tuvieron en cuenta los lineamientos de la norma ISO 9001:2015. Para ello se tiene en cuenta los siguientes artículos verificando la conformidad y el procedimiento del mantenimiento.

Empleados

Artículo 1: Todo el personal que trabaje en el área de producción debe disponer con su ropa de trabajo (pantalón , camisa , zapatos cerrados , sin joyería) e implementos de seguridad (gorro , mascarilla , mandil) evitando la contaminación de la materia prima.

Artículo 2 : al ingresar un nuevo trabajador , debe pasar por una inducción antes de ingresar a trabajar y se debe proporcionar sus implementos de seguridad.

Artículo 3 : todos los trabajadores deben participar en las capacitaciones programadas por la empresa dentro del horario de trabajo.

Artículo 4 : transmitir y cumplir de manera adecuada la información relacionado con el sistema de gestión , manual y procedimientos de la empresa ; encontrándose visible .

Ambiente de trabajo.

Artículo 5: Al iniciar el día laboral se debe encontrar limpia la zona de trabajo y mantenerse en condiciones adecuadas en el transcurso del día.

Artículo 6 ; En el área de trabajo no se debe colocar materiales , herramientas , materia prima

Artículo 7 : No operar o manipular máquinas , herramientas que no este autorizado. Seguir procedimientos de gestión de repuestos , en caso de ser necesario.

Artículo 8: El Jefe de Planta debe realizar las inspecciones periódicas para verificar la limpieza , orden y su cumplimiento.

Estándar de Seguridad

Artículo 9 : Reportar al jefe de inmediato las condiciones seguras y actos inseguros que se observe en su área de trabajo

Artículo 10 : Esta prohibido comer alimentos en el área de trabajo.

Artículo 11 : Prohibido colocar materia prima , herramientas , empaques , materiales en la zona de trabajo , lo cual obstaculice el paso.

Artículo 12: Prohibido trabajar sin implementos de seguridad y uniforme.

Artículo 13 : Prohibido ingresar a la zona de trabajo en estado etílico o bajo los efectos de sustancias ilícitas.

Artículo 14 : Prohibido operar , trasladar o manipular máquinas , herramientas en lo cual no haya sido autorizado.

Gestión del mantenimiento

Artículo 15 : Se realiza el mantenimiento preventivo a los equipos del proceso productivo conforme al plan de mantenimiento aprobado por Gerencia General y el Jefe de mantenimiento.

Artículo 16 : en la ejecución del mantenimiento , el jefe de mantenimiento verifica el avance de los trabajos realizados por el personal de la empresa.

Artículo 17 : En caso presentarse una falla y exista la necesidad de aplicar un mantenimiento correctivo, se sigue los siguientes pasos(Según procedimiento)

Artículo 18 : Para la gestión de los recursos solicitados , se seguirá los siguientes pasos:

- El jefe de mantenimiento saca una copia de la orden de trabajo generada por el software, al jefe de logística para que realice los trámites necesarios.
- De ser conforme, el jefe de mantenimiento recibe de parte del jefe de logística , la relación de los repuestos para que verifique e incluya las especificaciones necesarias.

Artículo 19 : Los documentos registros , deben estar disponibles , legibles y firmados por la persona responsable , para contribuir con la documentación del SGM.

Artículo 20 : Los desechos resultantes del mantenimiento de las máquinas (líquidos o solidos)se debe depositar en un recipiente indicado.

Los imprevistos que no se incluyan en el presente manual , serán resueltas por el Gerencia general conjuntamente con el jefe de mantenimiento

IV. Política de operación

Asegurar de manera planificada la ejecución de las actividades de mantenimiento de los equipos del proceso productivo en la empresa Agronegocios Sicán S.A.C. comprometiéndonos a brindar soluciones oportunas y eficientes a nuestros equipos de acuerdo a sus necesidades , incrementando la disponibilidad de los equipos y así lograr la satisfacción del cliente.

V. Organización del personal para el Mantenimiento



Figura 38. Organización del personal de mantenimiento
Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C.

IV. Procedimientos del Sistema

❖ PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Objetivo

El objetivo del presente procedimiento es brindar información de los pasos a seguir para la realización del mantenimiento preventivo y gestionar los recursos al personal de los equipos más críticos de la empresa.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a los equipos de producción más críticos de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

3. Responsabilidades

A. Jefe planta

- Aprueba la OT y la disponibilidad del equipo para realizar su mantenimiento respectivo
- Firma la orden de trabajo del equipo en el que se realizó el mantenimiento

B. Jefe de mantenimiento

- Es el encargado de elaborar el plan de mantenimiento preventivo programado
- Designa a los operador de máquina para realizar los trabajos planificados.

- Supervisa los trabajos de mantenimiento planificado
- Solicita al área de logística los repuestos necesarios para el mantenimiento
- Prepara las órdenes de trabajo

C. Operarios de Producción

- Apoya con algunas tareas de mantenimiento según el plan de mantenimiento programado.

D. Operador de Máquinas

Realiza las tareas de mantenimiento según el plan de mantenimiento programado.

E. Jefe de logística

- Provee los repuestos solicitados por el jefe de mantenimiento

4. DEFINICIONES

- **Mantenimiento Preventivo** Mantenimiento destinado a prevenir fallas en el equipo que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido.
- **Orden de Trabajo:** Documento donde se detallan los trabajos realizados a detalle al equipo.
- **Falla:** Situación que se presenta en una máquina o equipo, sin interrumpir su operación o afectar la calidad del producto en proceso.
- **Avería:** Situación que se presenta en una máquina o equipo, interrumpiendo su normal funcionamiento.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

5.1. El jefe de mantenimiento con la ayuda del software MP mantenimiento genera una orden de trabajo, detallando la actividad de mantenimiento que se llevara a cabo.

5.2. El jefe de planta aprueba la orden de trabajo, la disponibilidad de equipo según plan. Así como la fecha y hora

5.3. El jefe de mantenimiento designa a los operadores de máquina para realizar los trabajos planificados.

5.4. El jefe de mantenimiento solicita los repuestos necesarios en almacén.

5.5. El jefe de logística provee los repuestos solicitados

5.6. El operador de máquina realiza la labor mecánica / eléctrica correspondiente para dar cumplimiento al programa de mantenimiento preventivo.

5.8. Culminada el trabajo. El jefe de mantenimiento da por finalizado el mantenimiento e informa al jefe de producción que el equipo ya se encuentra disponible y autoriza la marcha de este.

5.9. El jefe de planta firma la orden de trabajo verificando que el equipo ha pasado por mantenimiento preventivo.

5.10. El operario de máquina realiza un informe de mantenimiento en donde detalla lo realizado en cuanto a actividades y recursos utilizados

5.11. El jefe de mantenimiento archiva la orden de trabajo e ingresa la labor realizada a la base de datos sobre: el equipo, el trabajo y el personal responsable de la tarea de mantenimiento.

6. FLUJOGRAMA

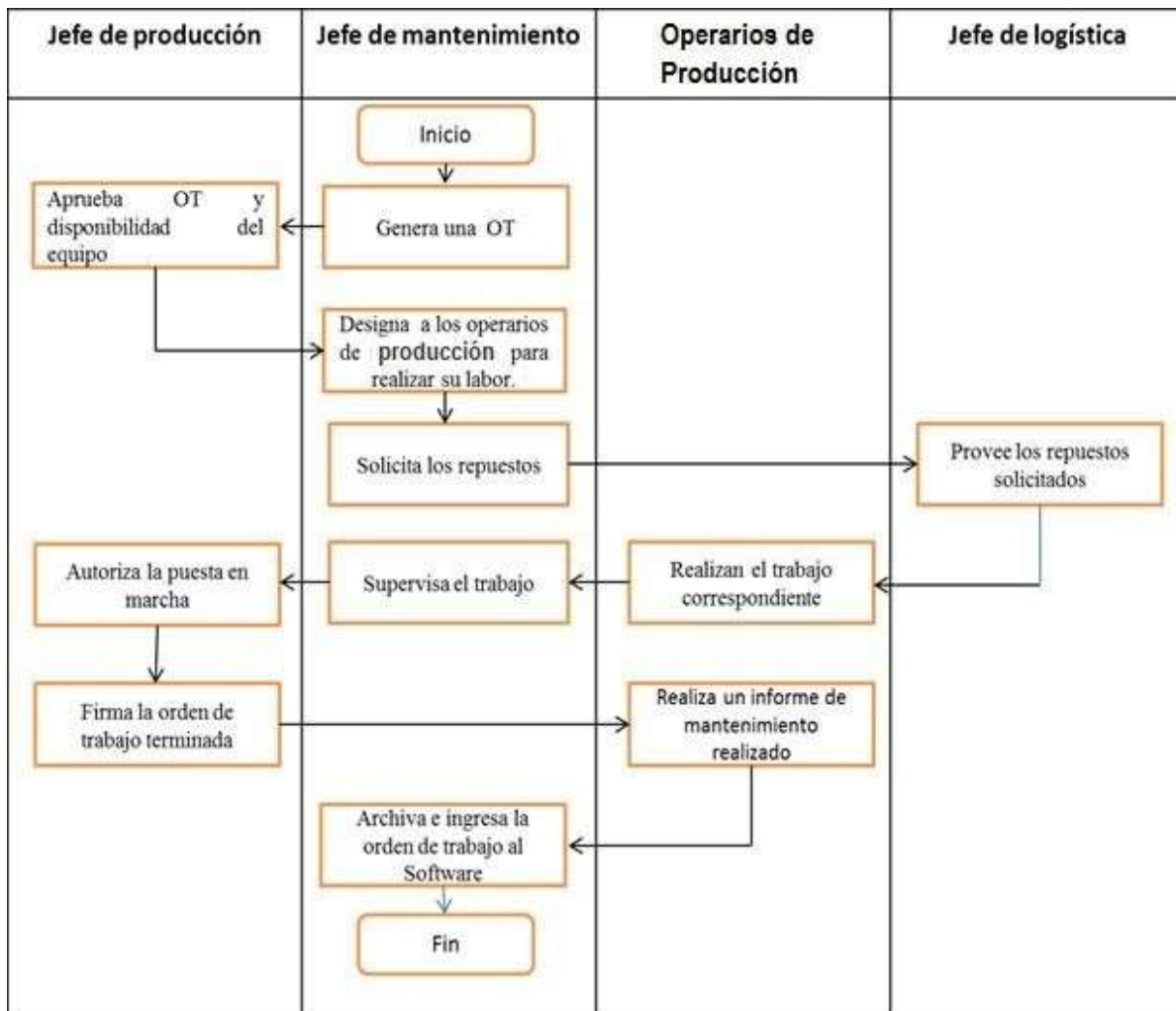


Figura 39. Flujograma de procedimiento de mantenimiento preventivo

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

7. DOCUMENTOS APLICABLES

- Formato de orden de trabajo.
- Ficha técnica
- Solicitud de requerimiento de material.
- Plan de mantenimiento preventivo
- Informe del mantenimiento

8. ANEXOS

- Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO

Jefe de Mantenimiento _____ por este medio le solicito programar el mantenimiento:

Correctivo _____ Preventivo _____, de la máquina que se describe:

Fecha: _____ Modelo/año: _____
 Nombre de la máquina: _____ Serie de la carcasa: _____
 Período de Mantenimiento Preventivo: _____ meses _____ horas _____ kms
 Cambio de lubricantes _____ meses

Mantenimiento Correctivo descripción:

Sin mas que referirme, saludo,
 Atte.
 Jefe de Mantenimiento: _____
 Unidad Administrativa Solicitante: _____

Cargo o Proyecto: _____

Figura 40. Orden de trabajo
 Fuente . Elaboración propia

- Solicitud de repuestos

Agronegocios Sicán S.A.C.					
ORDEN DE PEDIDO					
FECHA:			HORA:		
MÁQUINA:			PARTE DE LA MÁQUINA:		
SOLICITA:					
Repuesto / Pieza / Lubricante	Cantidad	Código	Marca	Proveedor (Almacén/Tienda)	Observación

Figura 41. Solicitud de repuestos
 Fuente . Elaboración propia

❖ PROCEDIMIENTO PARA MANTENIMIENTO CORRECTIVO

1. Objetivo

El objetivo del presente procedimiento es definir las actividades necesarias para atender y controlar los paros inesperados de los equipos de la empresa y minimizar el tiempo improductivo

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable a los equipos de producción mas críticos de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

3. Responsabilidades

A. Jefe planta

- Informa al jefe de mantenimiento sobre la falla inesperada del equipo
- Aprueba la OT dando por aceptado la disponibilidad del equipo

B. Jefe de mantenimiento

- Abre una orden de trabajo de mantenimiento correctivo
- Designa a los operador de máquina para realizar el mantenimiento correctivo del equipo
- En caso se necesite repuestos , se solicita al jefe de logística
- Archivar la OT al software sobre el trabajo realizado

C. Operador de máquinas

- Realiza las tareas de mantenimiento según el plan de mantenimiento programado.

D. Jefe de logística

- Provee los repuestos solicitados por el jefe de mantenimiento.

4. Definiciones

- **Mantenimiento Correctivo:** Consiste en la corrección de averías o fallas cuando éstas se presentan sin ser planificadas.
- **Orden de Trabajo :** Documento donde se detallan los trabajos realizados a detalle al equipo.
- **Falla:** Situación que se presenta en una máquina o equipo, sin interrumpir su operación o afectar la calidad del producto en proceso.
- **Avería:** Situación que se presenta en una máquina o equipo, interrumpiendo su normal funcionamiento.

5. Documentos aplicables

- Formato de orden de trabajo.

- Formato de registro de mantenimiento correctivo

6. Descripción del procedimiento.

6.1 Jefe de Planta informa falla de equipo y solicita su atención de emergencia hacia el jefe de Mantenimiento.

6.2 Jefe de Mantenimiento verifica solicitud de atención y abre una orden de trabajo de mantenimiento.

6.3. Jefe de Mantenimiento delega los técnicos para realizar las funciones correspondientes para dar solución a la falla.

6.4 Los operador de máquina realizan la labor correspondiente para dar solución inmediata a la falla presentada.

6.5 En caso se requiera de algún repuesto. Informan al Jefe de Mantenimiento para la gestión de estos con almacén.

6.6. Jefe de Mantenimiento solicita los repuestos necesarios para la labor.

6.7. Jefe de logística despacha los repuestos

6.8. Jefe de Mantenimiento supervisa los trabajos realizados por parte de los técnicos.

6.9. Culminada la labor. Jefe de Mantenimiento cierra la orden de trabajo e informa al jefe de planta que el equipo ya se encuentra operativo.

6.10. Jefe de Planta firma de orden de trabajo verificando que el equipo está operativo y entrega orden de trabajo al Jefe de Mantenimiento.

6.11. Jefe de Mantenimiento archiva orden de trabajo e ingresa la labor realizada a la base de datos. Indicando el equipo. Los trabajos realizados y personal responsable.

7. Flujograma

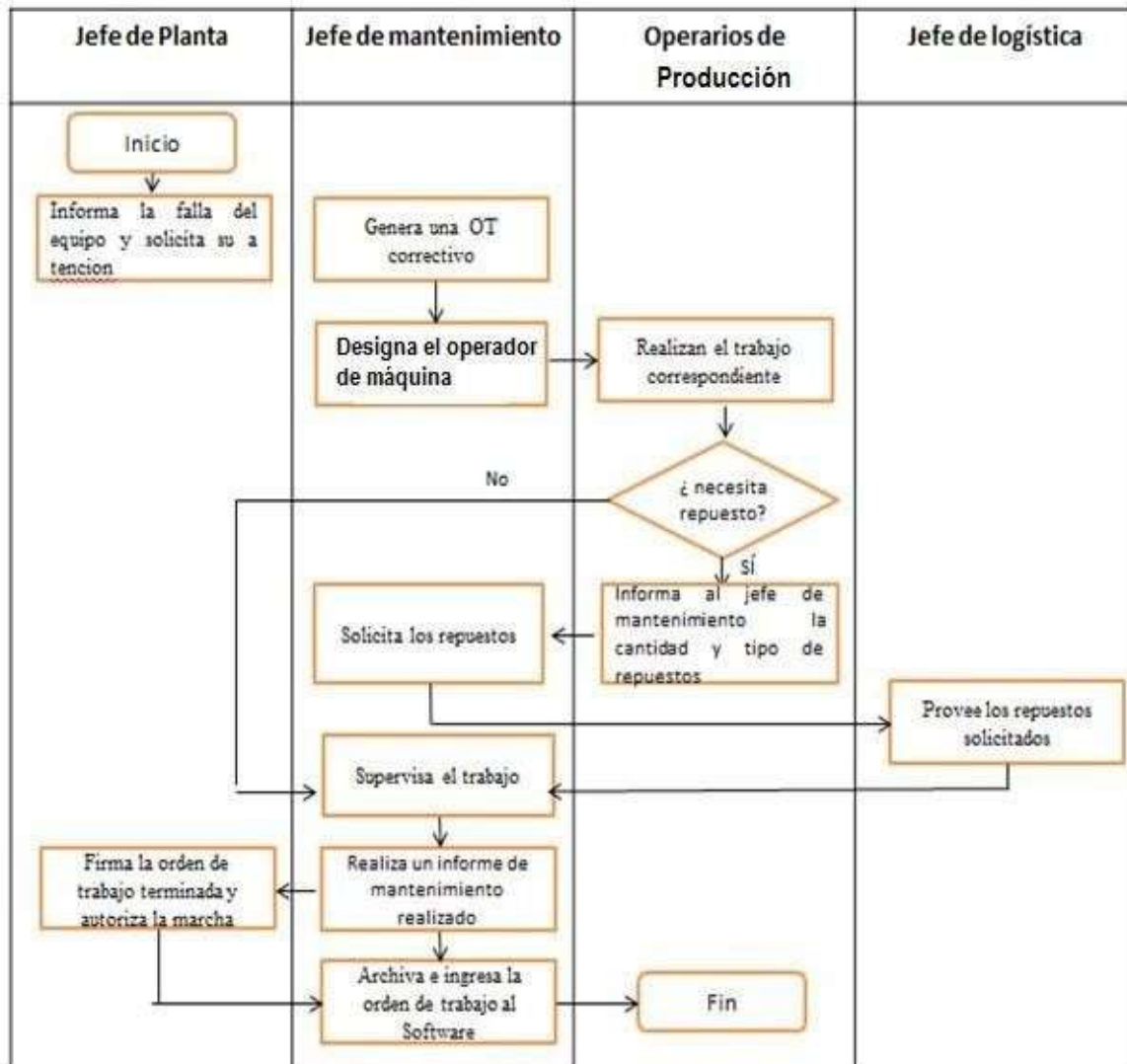


Figura 44. Procedimiento del mantenimiento correctivo.

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C.

❖ PROCEDIMIENTO DE GESTIÓN DE REPUESTOS DE ALMACÉN

1. OBJETIVO

Determinar los lineamientos para el requerimiento de materiales de almacén de mantenimiento.

2. ALCANCE

El procedimiento es aplicable para el mantenimiento correctivo o preventivo de los equipos de producción críticos definidos.

3. RESPONSABILIDADES

A. Jefe de Producción

- Aprueba el retiro de materiales firmando la solicitud.

B. Jefe de Mantenimiento

- Llena solicitud de materiales para el mantenimiento preventivo y/o correctivo.
- Verifica que los materiales despachados este de acuerdo al vale.

C. Operarios de Producción

- Retira material de almacén.
- Se cercioran de cuidar el material entregado y usarlo correctamente.

C. Operador de Máquinas

- Retira material de almacén.
- Se cercioran de cuidar el material entregado y usarlo correctamente.

D. Jefe de Logística

- Recibe solicitud demateriales firmada por el Jefe de Mantenimiento y Jefe de Producción.
- Lleva un control de las entradas y salidas y comunica constantemente stocks a área administrativa.

4. DEFINICIONES

- **Mantenimiento correctivo:** Mantenimiento destinado a corregir fallas de emergencia.
- **Mantenimiento preventivo:** Mantenimiento destinado a prevenir fallas en el equipo que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido.
- **Solicitud de materiales.** Formato donde se detallan los materiales requeridos firmados por los involucrados en el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

5.1. Jefe de Mantenimiento Realiza una solicitud de repuestos y herramientas para el mantenimiento..

5.2. Jefe de logística verifica los repuestos solicitados y aprueba el retiro de repuestos. Provee los repuestos solicitado.

Producción aprueba el retiro de materiales firmando solicitud. Luego la entrega al Jefe de Mantenimiento.

5.3. Jefe de mantenimiento verifica los materiales entregados y llena el formato de retiro de materiales del almacén.

5.4 Operador de máquina. Reciben los repuestos para el mantenimiento por parte del Jefe Mantenimiento.

6. FLUJOGRAMA



Figura 47. Procedimiento de la gestión de repuestos de Almacén.

Fuente. Agronegocios SicánSAC.

7. DOCUMENTOS APLICABLES

- Solicitud de requerimiento de material.
- Formato de salida de material de almacén
- Formato de orden de trabajo.

3.2.3. MEJORA 3 : Plan de Capacitación al Personal de producción

Los operarios de Producción solo cuentan con la mínima formación para el puesto de trabajo que es la educación secundaria. Estos y el operador de maquina no han recibido capacitaciones para el puesto de trabajo que genera demora en el momento de realizar sus funciones en el puesto que realizan en el área de producción. Por lo que se implementa un plan de capacitación en donde incluya capacitación inductiva, Elaboración de MOF por cada puesto de trabajo y un procedimiento del proceso de producción.

I. Objetivo

Capacitar al personal con respecto al MOF de cada uno de su puesto de trabajo, presentar el procedimiento a seguir del proceso de producción y la importancia de la capacitación inductiva.

II. Metodología

Se utiliza como metodología la exposición del tema y dialogo entre los participantes. Las capacitaciones serán dentro del horario de trabajo al comenzar la jornada laboral de las semanas asignadas, tendrá la duración de 1 hora.

III. Perfil del Capacitador

La autora del presente estudio junto con el Jefe de Planta para cumplir con el objetivo trazado.

IV. Participantes

Se realiza las charlas de las capacitaciones a : Los operarios de producción , los operadores de máquina y el Jefe de Mantenimiento de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

V. Contenido de los temas a desarrollar

Los temas a toma en cuenta según La Selección de competencias [29] y el Manual de buenas practicas agrícolas (BPA) para legumbres [30] : en donde nos indica los temarios a seguir para las capacitaciones

Tema 1 : Capacitación Inductiva

Según La Selección de competencias [29] nos recomienda los siguientes temas :

- Inducción general de la empresa
- Inducción específica Reglas de conducta y condiciones de trabajo en la empresa
- Actividades a realizar en el puesto de trabajo.
- Presentación de los Peligros y riesgos en el puesto de trabajo.
- Ronda de preguntas.

Tema 2 : MOF década uno de puestos de trabajo.

Según la Editorial Selección de competencias [29] nos recomienda los siguientes temas :

- Que es un MOF
- Importancia de su implementación en las empresas.
- Presentación de MOF por cada puesto de trabajo.
- Ronda de preguntas.

Tema 3 : Procedimiento del proceso de producción

Según Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) para legumbres[30] nos recomienda los siguientes temas :

- Objetivo y Alcance
- Desarrollo de procedimiento
- Presentación de los registros y formatos
- Ronda de preguntas

VI. Desempeño

Para medir el desempeño se evidencia en indicadores de :

- Capacitados
- Productividad total

VII. Cronograma del Plan de capacitación

Tabla 70. Cronograma de actividades del Plan de capacitaciones

Actividades	1er SEMANA	2da SEMANA	3era SEMANA
Capacitación Inductiva	X		
MOF de cada puesto de trabajo del proceso de producción		X	
Procedimiento del proceso de producción			X

Fuente. Elaboración propia

Esto deben leerlo todos y debe estar firmado para que asegure que se ha leído y este comprometido a cumplir lo estipulado.

VIII. Anexos del Plan de Capacitación

A. Elaboración del MOF

El MOF contiene el perfil según el puesto en la empresa Agronegocios Sicán S. A. C. quedando definida en la siguiente tabla .

Tabla 71. MOF del Jefe de Mantenimiento
DESCRIPCION DEL PUESTO

IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Jefe de Mantenimiento
Area del puesto	Mantenimiento
Jefe Directo	Gerente General
FUNCION PRINCIPAL	
Ejecutar, controlar y supervisar el mantenimiento de las máquinas del proceso productivo	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Hacer cumplir con la política , normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Elaborar y realizar el programa de mantenimiento y presupuesto anual de operaciones de maquinaria.	
- Coordinar, ejecutar y supervisar el mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria a su cargo.	
- Participar en las capacitaciones.	
- Gestionar con el Jefe de logística las requisiones por materiales y repuestos faltantes.	
- Comunicar los informes y resultados del mantenimiento .	
COORDINACIÓN	
Jefe de Planta	Jefe de logística
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios :	Profesional en Ingeniería mecánica electricidad afines
Experiencia	mínima de 3 años en puestos similares o funciones similares.
Especialidad :	Cursos en Gestión de Mantenimiento
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración propia

Tabla 72. MOF del Jefe de Planta

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Jefe de Planta
Area del puesto	Produccion
Jefe Directo	Gerente General
FUNCION PRINCIPAL	
Ejecutar, controlar y supervisar la producción de las máquinas del proceso productivo	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Hacer cumplir con la política , normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Realizar la capacitación inductiva al nuevo trabajador participar en la capacitaciones.	
- Coordinar, la disponibilidad de las máquinas para las labores de mantenimiento.	
- Participar en las capacitaciones.	
- Comunicar lo informes y resultados del producción	
COORDINACIÓN	
Gerente General	
Jefe de Planta	Jefe de logística
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios :	Profesional en Ingeniería Industrial
Experiencia	mínima de 3 años en puestos similares o funciones similares.
Especialidad :	Cursos en direccion de Produccion Buenas Prácticas Alimentarias (BPA)
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

Elaboración propia

Tabla 73. MOF del Operador de máquina

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Operador de la máquina
Área del puesto	Mantenimiento
Jefe Directo	Jefe de Mantenimiento
FUNCION PRINCIPAL	
Controlar y operar la maquinaria presente del procesamiento del grano seco . Primera etapa pre-limpia y gravimétrica. Segunda etapa fajas transportadora y envasado	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- cumplir con la política , normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Controlar y mantener el correcto funcionamiento de las máquinas del proceso productivo.	
- Cumplir con las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas a su cargo.	
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones , limpia y ordenada.	
- Realizar informes de mantenimiento . Participar en las capacitaciones.	
-	
COORDINACIÓN	
Jefe de Mantenimiento	
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios :	Técnico mecánico y eléctrico afines
Experiencia	mínima de 1 años en puestos similares o funciones similares.
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración propia

Tabla 74. MOF del Operario de Pre-limpia

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Operario de Pre-limpia
Area del puesto	Producción
Jefe Directo	Jefe de Planta
FUNCION PRINCIPAL	
Operar en condiciones adecuadas la máquina de Pre-limpia como parte procesamiento del grano seco	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Cumplir con la política, normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas de pre- limpia y sus componentes.	
- Controlar y mantener un registro continuo de entradas y salidas de materia prima	
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones, limpia y ordenada.	
- Ejecutar las labores de mantenimiento preventivo de las máquinas a su cargo.	
- Participar en las capacitaciones brindadas por la empresa.	
- Otras funciones afines designadas por el Jefe de Planta o de Mantenimiento.	
COORDINACIÓN	
Jefe de Planta	
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios : Secundaria completa	
Experiencia : Míñima de 1 años en puestos similares o funciones similares en empresas del rubro.	
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración propia

Tabla 75. MOF del Operario de Gravimétrica

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Operario de Gravimétrica
Area del puesto	Producción
Jefe Directo	Jefe de Planta
FUNCION PRINCIPAL	
Operar en condiciones adecuadas la máquina de Gravimétrica como parte procesamiento del grano seco	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Cumplir con la política, normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas de gravimétrica y sus componentes.	
- Controlar y mantener un registro continuo de entradas y salidas de materia prima	
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones, limpia y ordenada.	
- Ejecutar las labores de mantenimiento preventivo de las máquinas a su cargo.	
- Participar en las capacitaciones brindadas por la empresa.	
- Otras funciones afines designadas por el Jefe de Planta o de Mantenimiento.	
COORDINACIÓN	
Jefe de Planta	
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios : Secundaria completa	
Experiencia : Míñima de 1 años en puestos similares o funciones similares en empresas del rubro.	
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A C.
Elaboración propia

Tabla 76. MOF del Operario de Escogido

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Operario de Escogido
Área del puesto	Producción
Jefe Directo	Jefe de Planta
FUNCION PRINCIPAL	
Operar en condiciones adecuadas la máquina de faja transportadora como parte procesamiento del grano seco	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Cumplir con la política, normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas faja transportadora y sus componentes.	
- Controlar y mantener un registro continuo de entradas y salidas de materia prima	
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones, limpia y ordenada.	
- Ejecutar las labores de mantenimiento preventivo de las máquinas a su cargo.	
- Participar en las capacitaciones brindadas por la empresa.	
- Otras funciones afines designadas por el Jefe de Planta o de Mantenimiento.	
COORDINACIÓN	
Jefe de Planta	
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios : Secundaria completa	
Experiencia : Mínima de 1 años en puestos similares o funciones similares en empresas del rubro.	
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A, C.

Elaboración propia

Tabla 77. MOF del Operario de Envasado

DESCRIPCION DEL PUESTO	
IDENTIFICACIÓN	
Nombre del puestos	Operario de Envasado
Area del puesto	Producción
Jefe Directo	Jefe de Planta
FUNCION PRINCIPAL	
Operar en condiciones adecuadas la máquina de Empaquetadora como parte procesamiento del grano seco	
FUNCIONES ESPECIFICAS	
- Cumplir con la política, normas y procedimientos que se establecen en su área.	
- Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas empaquetadora y sus componentes.	
- Controlar y mantener un registro continuo de entradas y salidas de materia prima	
- Mantener su zona de trabajo en buenas condiciones, limpia y ordenada.	
- Ejecutar las labores de mantenimiento preventivo de las máquinas a su cargo.	
- Participar en las capacitaciones brindadas por la empresa.	
- Otras funciones afines designadas por el Jefe de Planta o de Mantenimiento.	
COORDINACIÓN	
Jefe de Planta	
REQUERIMIENTOS DEL PUESTO	
Estudios : Secundaria completa	
Experiencia : Míñima de 1 años en puestos similares o funciones similares en empresas del rubro.	
COMPETENCIAS	
Trabajo en equipos	
Liderazgo	
Motivación	

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración propia

B. Procedimiento para el procesamiento de Grano Seco

1. Objetivo

El objetivo del presente procedimiento es brindar información del procesamiento de los granos secos de manera correcta.

2. Alcance

Este procedimiento es aplicable al personal involucrado al proceso de producción que abarca desde el ingreso de la materia prima a la planta hasta su envasado en sacos de la empresa Agronegocios Sicán S. A. C.

3. Responsabilidades

A. Jefe de Planta

Verificar el correcto cumplimiento del procedimiento del procesamiento de granos secos descrito.

B. Operarios de producción

Realiza las tareas que tienen asignadas en cada etapa de su puesto de trabajo de acuerdo al procedimiento.

C. Operador de máquina

4. Definiciones

- **Procesamiento de granos:** proceso en el cual el grano seco pasa por etapa de limpieza y clasificación por calibres y escoger la calidad del grano con el fin de eliminar las impurezas existentes para su correcto envase y distribución del producto.
- **Grano defectuoso :** Grano que presenta irregularidades como picado , arrugado , partido.
- **Tolva :** Estructura en forma de embudo que inicia el proceso de clasificación de grano.
- **Merma :** Disminución o reducción de la cantidad de grano luego de haber pasado por todo el proceso de selección.

5. Descripción del procedimiento

5.1. Ingreso de la materia prima : Por medio de camiones se ingresa los sacos de granos secos en sacos de 50 kg . El operario de Pre- limpia verifica la cantidad de materia prima que ingresa del camión hacia la tova de recepción y llena el formato de ingreso de MP.

5.2. Pre- limpia : En la máquina de Pre- limpia debe estar listo los tamices de acuerdo al tamaño al grano seco que se va a procesar y se inspecciona los componentes de las máquinas si están en buen estado . Cuando el grano seco esta en la tolva se transporta a través de cangilones a la máquina de pre-limpia donde entra con impurezas (polvos, pajas , piedras) mediante una corriente de aire que atraviesa el flujo de grano. Terminado el proceso se transporta el grano por medio de elevadores de cangilones.

5.3. Gravimétrica : La persona encargada en esta etapa antes de empezar debe inspeccionar los componentes de la máquinas y haber calibrado la presión de aire la máquina. El grano una vez que ingresa a esta etapa es sometido a vibración y sacudidas por tamices inclinados y vibratorios en donde se atraviesa una corriente de aire por el principio de gravedad donde es trasladado al grano mas pesador por el lado derecho y el de menos peso , pequeño por el lado contrario y es considerado grano de baja calidad o merma. Se vuelve a reprocesar hasta obtener un grano de calidad.

5.4. Escogido : Antes de empezar se debe haber inspeccionado los componentes de las máquinas . En esta etapa el grano seco pasa a través de las fajas transportadores en las cuales se selecciona y se recoge el grano picado y en mal estado. A lado de su sitio se encuentra un balde donde colocan el grano en mal estado.

5.5. Envasado y almacenamiento : Por medio de elevadores de cangilones es trasladado el grano en fajas transportadoras a la máquina empaquetadora en donde por medio de planchas de plástico se empaqueta el grano en sacos de 50 kg o bolsas de 1 kg como sea necesario. Asimismo , el operario verifica el peso final del producto. El operador de máquina a su vez ayuda al operario de envasado a ubicar el producto final en el almacén del productosterminado de manera ordenada. Su vez el operario tiene un registro de control de producto terminado.

6. Documentos aplicables

- Formato de registro de control de entrada de materia prima
- Formato de registro de control de producto terminado de materia prima.
- Ficha técnica de la máquinas

3.2.4. CUADRO COMPARATIVO DE INDICADORES

Para obtener los nuevos indicadores se calcula en base al total de horas programadas propuestas en el Plan de mantenimiento preventivo, de las máquinas semi- crítico y crítico. En la tabla 78 se muestra un resumen de las horas programadas del mantenimiento preventivo.

Tabla 78. Horas programadas de los equipos para mantenimiento

Máquinas	Tarea de mantenimiento	Periodo	Frecuencia al año	Tiempo de ejecución (h)	Horas programadas al año (h)
Pre limpia 1	Limpieza y barnizado de bobina del motor	18 meses	1	2	2
	Cambiar rodamiento	18 meses	1	1,5	1,5
	Revisar la alineación de la correa en polea	2 meses	6	0,5	3
	Cambiar la correa	Anual	1	0,33	0,33
	limpieza de la malla	2 días	150	0,16	24
	Cambio de Contactor	Anual	1	0,6	0,6
	Cambiar resortes	15 meses	1	1	1
	Ajustar los pernos de la base	2 meses	6	0,25	1,5
	Cambiar los pernos	2 años	1	0,25	0,25
Gravimétrica 1	Cambiar rodamiento	18 meses	1	1,5	1,5
	Cambio de pulsador	anual	1	0,6	0,6
	Revisar la alineación de la correa en polea	2 meses	6	0,33	1,98
	Cambiar la correa	Anual	1	0,3	0,3
	Limpieza del ventilador	3 meses	4	1	4
	Cambiar resortes	anual	1	1	1
	Ajustar los pernos	2 meses	6	0,25	1,5
	Cambiar los pernos	2 años	1	0,33	0,33
Elevador cangilón 1	Revisar el estado de la faja	mensual	12	0,16	1,92
	Ajustar o tensar faja	45 días	6	0,6	3,6
	Cambiar faja	Anual	1	2	2
	Limpieza del ventilador del motor	3 meses	4	0,6	2,4
	Cambiar rodamiento	18 meses	1	1	1
	Cambio de contactor	Anual	1	0,6	0,6
	Alinear la correa de la polea	2 meses	6	0,5	3
	Cambiar la correa	Anual	1	1	1
	limpieza de rodillos	Quincenal	24	0,5	75
	Lubricar rodillo	2 meses	6	0,5	3
Faja transportadora 2	Lubricar chumacera del rodillo	Mensual	12	0,16	1,92
	Limpieza de rodillos	semanal	150	0,16	24
	Medir el amperaje motor	Semanal	2	0,25	0,5

Máquina	Tarea de Mantenimiento	Periodo	Frecuencia	Tiempo (h)	Horas programadas (h)
Faja transportadora 2	Inspeccionar el estado de la faja	quincenal	24	0,16	3,84
	Ajustar las fajas	45 días	12	0,5	6
	Cambiar fajas	Anual	1	1	1
	Cambiar el nivel de aceite	3 meses	1	0,25	0,25
Gravimétrica 2	Cambiar rodamientos del motor	18 meses	1	1,5	1,5
	Alinear la correa	2 meses	6	0,5	3
	Cambio de correa	Anual	1	0,25	0,25
	Limpieza del ventilador	3 meses	4	1	4
	Cambiar resortes	15 meses	1	1	1
	Ajustar los pernos de base	2 meses	6	0,25	1,5
	Cambiar los pernos	2 años	1	0,3	0,3
Pre-limpia 2	Cambiar rodamientos del motor	18 meses	1	1,5	1,5
	Alinear la correa	2 meses	6	0,5	3
	Cambio de correa	Anual	1	1,5	1,5
	Inspección y limpieza de malla	2 días	150	0,25	37,5
	Ajustar los pernos de la base	2 meses	6	0,25	1,5
		Cambio de pernos	2 años	1	1,5
TOTAL					170,7 h

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboracion propia

Con la propuesta se tiene un total de 170 ,7 h de horas programadas anuales para el mantenimiento preventivo de las máquinas .

El resumen de tiempo de parada antes de la propuesta un total de 495,5 horas de paradas y con la propuesta se considera un total de 170,7 horas programadas para mantenimiento

Tabla 79. Reducción del tiempo de parada después de la propuesta

Máquinas	Horas programadas	Total (h)	Horas paradas antes de la propuesta	Porcentaje de mejora (%)
Pre-limpia 1	47,6	170,7	495,5	65,5 %
Gravimétrica 1	13,2			
Elevador cangilón 1	92,5			
Faja transportadora 2	37,5			
Gravimétrica 2	12,5			
Pre-limpia 2	46,5			

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 79 , se aprecia el porcentaje de mejora en la cual se reduce un 65,5 %

3.2.4.1. Nuevos Indicadores de Mantenimiento

A. Indicador futuro de Confiabilidad (MTBF)

Para calcular el indicador futuro de Confiabilidad se tiene en cuenta lo siguiente:

- **Tiempo total de producción al año** : 2 496 horas
- **Número de fallas** : Según Boero [13] , para saber el número de fallas futuro se tiene en cuenta a los máquinas que no se le aplica el mantenimiento preventivo, ya que siguen el mismo comportamiento de fallo.

Tabla 80. Indicador Futuro de Confiabilidad (MTBF)

Máquina	Tiempo operativo (h)	Horas paradas	N° fallas por máquina	MTBF (h/ falla)
Elevador 2	2 496	40.15	25	98
elevador 3	2 496	24.79	22	112
Elevador 4	2 496	26.8	16	154
Faja transportadora 1	2 496	27.84	15	165
Empaquetadora	2 496	19.16	12	206
PROMEDIO			90	147 h

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Después de la propuesta se tiene que tienen que pasar 148 horas hasta que aparezca el fallo.

B. Indicador futuro de mantenibilidad (MTTR)

Para calcular el indicador futuro de Mantenibilidad se tiene en cuenta lo siguiente:

- **Tiempo para reparar un equipo al año:** 170,7 horas (hora paradas programables)
- **Número de fallas** : Según Boero [13] , para saber el número de fallas futuro se tiene en cuenta a los máquinas que no se le aplica el mantenimiento preventivo, ya que siguen el mismo comportamiento de fallo.

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo para reparar un equipo}}{\text{Número de fallo}} = \frac{170,7}{90}$$

MTTR = 1,88 hora promedio para reparar

C. Indicador futuro de Disponibilidad

Para calcular la disponibilidad se tuvieron en cuenta :

- Horas operativas: 2 496
- Horas inoperativas por mantenimiento preventivo : 170,7 horas , Para el cálculo se obtuvo

$$D = \frac{2\,496 - 170,7}{2\,496}$$

Disponibilidad = 93,16 %

3.2.2.2. Nuevos Indicadores Productividad

Para el nuevo cálculo de la producción de granos secos se tiene en cuenta la multiplicación de horas laborables (incluye las horas paradas programables) por la producción por hora de la máquina. .

Tabla 81. Producción futura después de la mejora

Mes	Horas de producción	Horas para mantenimiento	Horas laborables	Producción por hora	Nueva Producción (kg)
Setiembre	208	29	179	1400	250 600
Octubre	192	21	171	1400	239 400
Noviembre	200	17,1	183	1400	256 060
Diciembre	192	13,6	178	1400	249 760
Enero	208	14,8	193	1400	270 480
Febrero	208	13,4	198	1400	277 200
Marzo	208	16,6	195	1400	273 000
Abril	192	15,8	187	1400	261 800
Mayo	192	16,5	176	1400	245 700
Junio	200	15,6	184	1400	258 160
Julio	208	15,1	193	1400	270 060
Agosto	208	14,7	193	1400	270 620
TOTAL	2 496	248,5			3 127 200

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración Propia.

A. Productividad futura en relación con el recurso tiempo

Para el cálculo se tiene en cuenta la división de la nueva producción y las horas laborables (considerando las horas paradas programables)

Tabla 82. Indicadores productividad futura respecto al tiempo

MES	Nueva Producción(kg)	Horas laborables	Productividad tiempo (kg / h)
Setiembre	250 600	179	1 403,5
Octubre	239 400	171	1 400,4
Noviembre	256 060	183	1 399,2
Diciembre	249 760	178	1 403,1
Enero	270 480	193	1 471,5
Febrero	277 200	198	1 151,5
Marzo	273 000	195	1 173,8
Abril	261 800	187	1 400,4
Mayo	245 700	176	1 396
Junio	258 160	184	1 407
Julio	270 060	193	1 399,3
Agosto	270 620	193	1 402,2
PROMEDIO	263 186		1 477,2

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Como se puede apreciar la productividad con respecto al tiempo anteriormente era de 1250 kg /h . Se ha aumentado un 18,16 %

B. Productividad futura respecto a las Máquinas

Para el calculo se considera la división de la nueva producción con respecto al consumo de las máquinas (Ver anexo 9)

Tabla 83. Productividad futura respecto a las Máquinas

MES	Nueva producción (kg)	Consumo de máquinas (KWh)	Productividad respecto a máquina (kg / KWh)
Setiembre	250 600	1 467,9	170,82
Octubre	239 400	1 402,3	184,75
Noviembre	256 060	1 500,7	180,70
Diciembre	249 760	1 459,7	181,18
Enero	284 004	1 582,7	179,52
Febrero	228 060	1 623,7	180,51
Marzo	228 900	1 599,1	183,15
Abril	261 800	1 533,5	170,77
Mayo	245 700	1 443,3	180,27
Junio	258 160	1 508,9	181,19
Julio	270 060	1 582,7	170,70
Agosto	270 620	1 572,7	171,7
PROMEDIO	263 186		188,5

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

En la tabla 83, se puede apreciar su productividad futura 188,5 kilogramos de granos ecos por kilowattora. Se logra un aumento de 19,9 %. Con respecto a la productividad anterior.

C. Productividad total

Para hallar la productividad total se requiere dividir la producción real entre los costos (inversión). Para ello se necesitan los siguientes datos

$$Productividad\ total = \frac{Produccion\ real}{Costos\ (inversion)}$$

Inversión

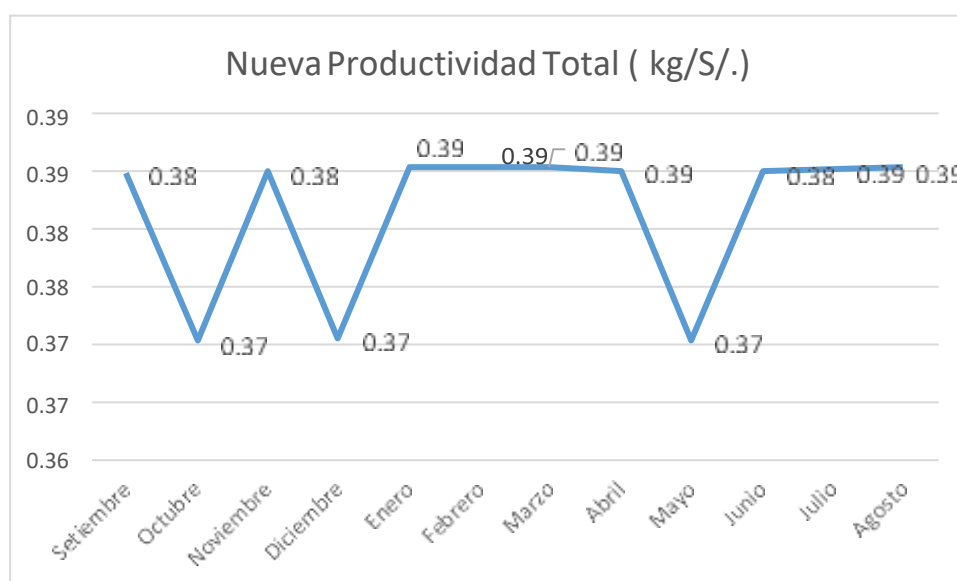
- El nuevo consumo en energía eléctrica un costo promedio de S/. 807 (Ver anexo 10)
- El costo de la mano de obra , se tiene un salario mensual para los operarios de S/ 800 y se tienen : 1operario en Almacén , 1 en prelimpia, 1 gravimétrica , 10 en fajas transportadora y 1 envasado y se obtiene S/.11 200.
- El costo de la materia prima es de S/ 2,53 por kilogramo (Ver anexo 3) , que al multiplicar por su nueva producción se obtiene su costo.
- El costo del insumo: se compra en promedio a la producción real 5200 bolsas de sacos(que contiene 50 kg) : al precio de S/.0,7 por unidad y 4 insecticidas a un total de : S/280, lo que se obtiene S/. 5 485

Tabla 84. Productividad Total

MES	Nueva Producción (kg)	Costo de energía (S/.)	Costo MO (S/.)	Costo MP por kg	Costo insumos	Productividad total (kg / S/.)
Setiembre	250 600	778	11200	634 018	5 292	0,38
Octubre	239 400	743,2		629 622	5 068	0,37
Noviembre	256 060	795,4		647 832	5 401	0,38
Diciembre	249 760	773,6		656 869	5 275	0,37
Enero	270 480	838,8		684 314	5 690	0,39
Febrero	277 200	860,6		701 316	5 824	0,39
Marzo	273 000	847,5		690 690	5 740	0,39
Abril	261 800	812,8		662 354	5 516	0,39
Mayo	245 700	764,9		646 191	5 194	0,37
Junio	258 160	799,7		653 145	5 443	0,38
Julio	270 060	838,8		683 252	5 681	0,39
Agosto	270 620	838,8		684 669	5 692	0,39
PROMEDIO		807,7				5 485

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

El resultado obtenido nos indica que la empresa con sus mejoras implementadas puede generar que por cada S/1 de inversión se producen 0,38 kg de menestras en promedio . En el siguiente grafico se muestra la nueva productividad total por mes .

**Figura 48. Indicador -productividad Total.**

Fuente: Agronegocios Sicán S. A. C.

D. Futuras Capacitaciones

Se considera que los operarios han asistido a sus capacitaciones de acuerdo a lo programado en el sistema de gestión. Se calcula de la siguiente manera

$$\% \text{ Capacitados} = \frac{\text{Cantidad de personal capacitados}}{\text{Cantidad de personal producción}} \times 100 \%$$

$$\text{Capacitados} = \frac{12}{12}$$

$$\text{Capacitados} = 100 \%$$

El resultado obtenido 100 % nos indica que la empresa ha capacitado a su personal , por lo que están en la capacidad de realizar sus funciones correctamente en el proceso productivo.

3.2.4.3. Cuadro comparativo de Indicadores

Tabla 85. Cuadro comparativo de indicadores

INDICADOR	Antes de la propuesta	Después de la propuesta	Variación %
Productividad con respecto al tiempo	1 250 kg/h	1 477kg/h	Aumentó 18,6 %
Productividad respecto a las máquinas	157,2 kg/kwh	188,5 kg/kwh	Aumentó 19,9%
Productividad Total	S/. 0,34	S/.0,38	Aumentó 10,5%
Tiempo medio entre falla(MTBF)	104 h/ fallo	147 h/fallo	Aumentó 41,3%
Tiempo medio para reparar-(MTTR)	2,76 h/ fallo	1,88 h/fallo	Aumentó 31,8%
Disponibilidad	80,18 %	93,16 %	Aumentó 13%
Horas paradas	495,5 h/ año	170,7 h/ año	Aumentó 65%
Número de fallos	294	90	Disminuyó 69%
Capacitados	0	100 %	Aumentó 100%

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración Propia

Como se observa en la tabla 85 , existe una variación porcentual de los indicadores con las mejoras que se plantea con respecto a los indicadores del diagnóstico que se le realizó a la empresa. Se aprecia que la productividad con respecto al tiempo aumentó un 18, 6% con respecto a las máquinas aumentó 19,9 % y la productividad total aumentó un 10,5 % debido al manual de procedimientos . Con respecto a los indicadores de mantenimiento el MTBF aumentó un 41,3% y su disponibilidad de las máquinas aumentó un 13 % con un sistema de gestión de mantenimiento RCM. Asimismo los operarios se capacita con el plan de capacitación, con la nueva mejora aumentó en un 100 %

3.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para realizar el análisis del costo-beneficio de la propuesta se debe tener en cuenta la inversión que implica el desarrollo e implementación del sistema de gestión de mantenimiento RCM.

3.3.1. Inversión Total

A. Inversión en repuestos

Para ello primero se determina el costo total de los repuestos según la cotización de los repuestos (Ver Anexo 12) necesarios según el plan de mantenimiento preventivo de cada equipo seleccionado .

Tabla 86. Inversión en repuestos de las máquinas para mantenimiento

Máquina	Tarea de mantenimiento	Repuestos	Precio (S/.)	Unidad	Cantidad	Precio Total (S/.)
Pre-limpia 1	Barnizado de bobina de motor	Barniz aislante ANYPSA	450	Galones	0,5	225
	Cambiar rodamiento	Rodamiento SKF6204	150	Unidad	1	150
	Cambiar correa de la polea	Correa dayco gold Label 1,5"x 30cm	20	Unidad	2	40
	Cambio de contactor	Contacto 15 A schneider	60	Unidad	1	60
	Cambiar resortes	Resortes 4"x 2"	30	Unidad	2	60
	Cambiar pernos	Pernos de 1 "	2,5	Unidad	8	20
Gravimétrica 1	Cambiar rodamientos	Rodamiento SKF6204	150	Unidad	1	150
	Cambiar pulsador	Pulsador XB4BVM4 Schneider	15	Unidad	1	15
	Cambiar correa de la polea	Correa dayco gold Label 1,5"x 30 cm	20	Unidad	2	40
	Cambiar resortes	Resortes 4"x 2"	30	Unidad	2	60
	Cambiar pernos	Pernos de 1/2 "	2	Unidad	8	16
Elevador cangilón	Cambiar la faja	Faja lona 4 " x 8 m	70	Unidad	2	140
	Cambiar rodamiento del motor Weg	Rodamiento SFK 62209-2RS	130	Unidad	1	130
	Cambiar contactor	Contacto 15 A	70	Unidad	1	70
	Cambiar correa polea	Correa 1,5" x 45 cm	22	Unidad	2	44
	Lubricar rodillo	Grasa LGHP	9,9	Kg	1	9,9
Faja 2	Lubricar chumacera de rodillo	Grasa LGHP2	9,9	Kg	1	9,9
	Cambiar faja	Faja lona 16 "x 6 m	150	Unidad	1	150
	Cambiar aceite motorred	Aceite Omala 68	150	Galones	2	300
	Comprobar nivel aceite	Varilla para nivel aceite	140	Unidad	1	140

Máquina	Tarea de mantenimiento	Repuestos	Precio (S/.)	Unidad	Cantidad	Precio T. (S/.)
Gravimétrica	Cambiar rodamiento motor	Rodamiento SKF6204 ZZ	150	Unidad	1	150
2	Cambiar correa de la polea	Correa dayco gold Label 1,5"x 30cm	20	Unidad	1	20
	Cambiar resortes	Resortes 4"x2"	30	Unidad	2	60
	Cambiar pernos de base	Pernos de 1/2 "	2	Unidad	8	16
Prelimpia 2	Cambiar rodamiento motor	Rodamiento SKF620 4 2R SL (de bolas)	120	Unidad	1	120
	Cambiar correa d polea	Correa dayco gold 1,5"x 30cm	20	Unidad	2	40
	Cambiar pernos de malla	Pernos de 1 "	2,5	Unidad	8	20
TOTAL						S/.2 255

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboracion propia

La tabla anterior nos muestra la inversión anual en los repuestos de las máquinas para el mantenimiento, dando un total de S/.2255 soles.

B. Inversión en el Sistema de mantenimiento RCM

En la tabla 87 se considera la inversión en la implementación y seguimiento (gestión , materiales , herramientas) para poner en marcha la propuesta. Con respecto a las capacitaciones se obtiene una cotización (Ver Anexo 6,7,8) , el costo de los materiales y herramientas se aprecia la cotización en (Ver Anexo 11)

Tabla 87. Inversión en gestión, materiales y herramientas para el sistema mantenimiento RCM

Descripción	Unidad	Precio (S/.)	Cantidad	Subtotal (S/.)
GESTIÓN				
Capacitación en RCM	Unidad	2 500	1	2 500
Capacitación del Software MP	Unidad	1 200	1	1 200
Software MP mantenimiento	Unidad	6 800	1	6 800
Computadora	Unidad	1700	1	1 700
MATERIALES DE ESCRITORIO				
Papel bond A4	Millar	25	2	50
Archivador para registros	Unidad	20	4	80
Sobres manila	Millar	50	1	50
Lapiceros (50 unid)	Pack	20	4	80
Tinta para impresora	Pack	120	2	240
HERRAMIENTAS				
Pinza Amperimétrica fluke 902	Unidad	200	2	400
Caja de herramientas (llaves, hexagonales)	Unidad	300	1	300
Trapo industrial	Unidad	4	10	40
Guantes de cuero amarillo	Unidad	30	3	90
Spray limpia contactos	Unidad	19,90	1	19,90
Aspiradora	Unidad	60	1	60
brocha	Unidad	5	4	20
Bomba de grasa	Unidad	260	1	260
TOTAL				S/. 13 889,9

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.
Elaboración propia

Así tenemos que la inversión anual de la gestión, materiales y herramientas para el sistema mantenimiento RCM es de S/. 13 489,90 anuales.

La inversión anual total , en donde se incluye los repuestos para las máquinas, mano de obra , gestión y materiales para el sistema mantenimiento RCM se calcula sumando el total de las tablas 86, 87

Tabla 88. Inversión total para el sistema mantenimiento RCM

INVERSIÓN	Total (S/.)
Inversión de repuestos	2 255
Inversión en gestión , materiales	13 889
TOTAL	S/.16 144

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

La inversión de la implementación del sistema RCM es de S/.16 144 anual.

3.3.2. Nuevos Ingresos

Se procede a calcular los nuevos ingresos que se obtendría con respecto a la producción de mas en base a la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento . Se realiza el siguiente calculo para el aumento de producción .

$$\text{Aumento Producción} = \text{Nueva Produccion} - \text{Produccion Actual}$$

Tabla 89. Nuevos Ingresos

Mes	Nueva Producción (kg)	Producción Actual (kg)	Aumento Producción (kg)	Precio venta por kg	Nuevos Ingresos (S/.)
Setiembre	250 600	180 003	70 597	4,1	289 448
Octubre	239 400	198 529	40 871	4,1	167 571
Noviembre	256 060	246 677	9 383	4,1	38 470
Diciembre	249 760	217 302	32 458	4,1	133 078
Enero	284 004	168 482	115 522	4,1	473 640
Febrero	228 060	163 883	64 177	4,1	263 126
Marzo	228 900	215 736	13 164	4,1	53 972
Abril	261 800	192 644	69 156	4,1	283 540
Mayo	245 700	213 378	32 322	4,1	132 520
Junio	258 160	253 035	5 125	4,1	21 013
Julio	270 060	180 458	89 602	4,1	367 368
Agosto	270 620	159 673	110 947	4,1	454 883

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

3.3.3. Costos

A. Costos de materia prima

Se consideran los costos de grano seco en base a la producción de mas. En la tabla 90 se puede observar el precio de compra de grano seco (Ver Anexo 5)

Tabla 90. Costo de materia prima

Mes	Aumento de Producción(kg)	Precio venta por kg (S/)	Costos de materia prima (S/.)
Setiembre	70 597	4,1	S/. 199 789
Octubre	40 871	4,1	S/. 115 664
Noviembre	93 83	4,1	S/. 26 553
Diciembre	32 458	4,1	S/. 91 856
Enero	115 522	4,1	S/. 326 927
Febrero	64 177	4,1	S/. 181 620
Marzo	13 164	4,1	S/. 37 254
Abril	69 156	4,1	S/. 195 711
Mayo	32 322	4,1	S/. 91 471
Junio	5 125	4,1	S/. 14 503
Julio	89 602	4,1	S/. 253 573
Agosto	110 947	4,1	S/. 313 980

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C

B. Costos de mano de obra

Para la mano de obra se propone contratar los servicios de un Jefe de mantenimiento para vigilar la gestión de mantenimiento y se toma en cuenta su sueldo anual en base a 4 500 soles en los 12 meses del año.

Tabla 91. Costo de mano de obra

Descripción	Sueldo mensual	Sueldo anual
Jefe de mantenimiento	S/. 4 500	S/. 54 000
Técnico en mantenimiento	S/. 1500	S/. 18 000
TOTAL		S/. 54 000

3.3.4. Reducción de costos

Para el calcular la reducción de los costos que implica contar con un sistema de mantenimiento RCM se compara pérdidas económicas en el periodo de estudio y las pérdidas que se genera con el nuevo sistema de mantenimiento RCM anual .

En la tabla 92 se calcula lo que deja de producir de menestras con las horas paradas por el mantenimiento preventivo ,en donde se multiplicó por la producción hora y la utilidad promedio dando así un total de S/. 266 448 anual.

Tabla 92. Reducción Costos después de la mejora

Máquinas	Producción (kg/h)	Horas paradas por mantenimiento preventivo	Utilidad (S/.kg)	Pérdidas en S/.
Elevador 1	1 200	29,8	S/. 1,30	54 236
Pre-limpia 1		34,2	S/. 1,30	62 244
Pre-limpia 2		46,5	S/. 1,30	84 630
Gravimétrica 1		11,2	S/. 1,30	20 384
Gravimétrica 2		11,6	S/. 1,30	21 112
Faja transp. 2		37,5	S/. 1,30	68 250
TOTAL				S/. 310 856

Anteriormente se tenía pérdidas económicas de S/. 847 660, dato extraído de la tabla 24, restándole los S/310 856 se tiene un ahorro de S/. 536 804 anuales, la cual representa una mejora de 63%.

3.3.5. Evaluación económica y financiera

Finalmente se realiza un flujo de caja para analizar el VAN, el TIR, B/C que son indicadores para la rentabilidad de un proyecto de inversión

Tabla 93. Flujo de caja

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Incremento de producción (S/.)		S/. 289 448	S/. 167 571	S/. 38 470	S/. 133 078	S/. 473 640	S/263 126	S/.53 972	S/283 540	S/132 520	S/. 51 913	S/. 367 368	S/. 454 883
Total Beneficios	0	S/. 289 448	S/. 167 571	S/. 38 470	S/. 133 078	S/. 473 640	S/263 126	S/.53 972	S/283 540	S/132 520	S/. 51 913	S/. 367 368	S/. 454 883
COSTOS													
Costos de producción		S/. 199 789	S/. 115 664	S/. 26 553	S/. 91 856	S/. 326 927	S/181 620	S/ 37 254	S/195 711	S/ 91 471	S/ 14 503	S/. 253 573	S/. 313 980
Costo de MO		S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000	S/. 6 000
Costo de repuestos	S/. 2 255												
Costo de Sistema RCM	S/. 13 889												
Imprevistos (10%)	S/. 1 574	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600	S/. 600
Total Costos	S/ 17 718	S/. 206 389	S/. 122 264	S/. 33 153	S/. 98 456	S/. 333 527	S/188 220	S/. 43 854	S/202 311	S/. 98 071	S/. 21 103	S/. 260 173	S/ 320 580
Utilidad Bruta	S/. -17 718	S/. 83 059	S/. 45 307	S/. 5 317	S/. 34 622	S/. 140 113	S/. 74 906	S/. 10 118	S/. 81 229	S/. 34 449	S/ 30 810	S/. 107 195	S/. 134 303
Depreciación	S/ 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226	S/. 226
Utilidad sin Impuestos		S/. 83 285	S/. 45 533	S/. 5 543	S/. 34 848	S/. 140 339	S/. 75 132	S/. 10 344	S/. 81 455	S/. 34 675	S/. 31 036	S/. 107 421	S/. 134 529
Impuestos		S/ 24 986	S/. 13 660	S/. 1 663	S/. 10 454	S/. 42 102	S/. 22 540	S/. 3 103	S/ 24 437	S/. 10 403	S/. 9 311	S/. 32 226	S/. 40 359
Utilidad Neta	S/.-17 933	S/58 300	S/. 31 873	S/. 3 880	S/. 24 394	S/. 98 237	S/. 52 592	S/. 7 241	S/. 57 019	S/. 24 273	S/ 21 725	S/. 75 195	S/. 94 170

VNA	S/. 264 186,25
TIR	280 %
B/C	S/. 1,87

El indicador de beneficio costo de S/ 1,87 que nos indica que por cada sol que se invierte en el sistema RCM, el beneficio será de 0,87 soles

- **TMAR (Tasa mínima aceptable de rendimiento)**

Es el porcentaje referencial que el inversionista está dispuesto a recibir por arriesgar su dinero en el proyecto. Según INEI 2019, la tasa de inflación es de 1,99 %

TMAR = Tasa de inflación + Riesgo de inversión (lo que se piensa ganar)

$$\text{TMAR} = 1,99 \% + 10 \%$$

$$\text{TMAR} = 11,9 \%$$

Este valor TMAR = 11,9 % nos explica que es lo mínimo que se obtendría en la inversión antes que deje de ser rentable.

o **TIR (Tasa Interno de Retorno)**

Para el cálculo del TIR se considera que un proyecto es factible, si el TIR es mayor que el TMAR , Según el TIR hallado es de 280 % > 11,9 % del TMAR , lo cual significa que los flujos de fondos es mayor al de la inversión , por lo tanto el proyecto es rentable.

o **VAN (Valor Actual Neto)**

Para el VAN (valor presente neto) se define como la sumatoria de los flujos netos de caja futura actualizados menos la inversión inicial. , aplicando la tasa de descuento del 12 % , según el Banco de Crédito del Perú queda S/. 264 186,25 como ganancia, por tanto, el proyectose considera factible

3.3.6. Período de recuperación

Con respecto al periodo de recuperación se toma en cuenta la inversión del sistema RCM, dato extraído de la tabla 68 y los ingresos del 1er periodo.

$$\text{Fraccion de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Ingresos en el 1er periodo}}$$

$$\text{Fraccion de recuperación} = \frac{S/17\ 718}{S/.70\ 912} = 0,25$$

$$\text{Fraccion de recuperación} = 0,25 \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 7,82 = 8 \text{ días}$$

Como se muestra el período de recuperación de la inversión sería de 8 días.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

La propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en la empresa permitió incrementar la productividad en 10,5 %.

Se diagnosticó que la empresa Agronegocios Sicán S. A. C en el periodo de estudio contaba con una baja productividad causado las horas paradas de las máquinas, desorden de herramientas y repuestos en área productiva y falta de capacitaciones de personal producción registrando pérdidas económicas S/.847 660 en el periodo de estudio de estudio lo cual representa un 42,15 % de las utilidades de la empresa.

Se concluye que mediante una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento, se eliminaron las causas que conllevaban a una baja productividad. Por la cual, primero se elaboró un sistema de gestión de mantenimiento y una evaluación en la metodología del programa de mantenimiento para dicho programa en donde se utilizó las herramientas como codificación de sus componentes, AMEF, hojas de decisiones y un plan de mantenimiento preventivo y su cronograma. De igual forma se propuso la elaboración de una manual de mantenimiento preventivo, en la cual contengan las normativas y procedimientos, por otro lado se elaboró un plan de capacitación donde incluye MOF para cada puesto de trabajo y un procedimiento del proceso de producción, el plan de capacitación. Con estas propuestas se logró reducir las horas de paradas en un 65 % y la disponibilidad de las máquinas aumentó un 13 % . , se aumentó la productividad total en un 10,5 % , la productividad con respecto al tiempo en 18,6 % y la productividad con respecto a las máquinas en un 19,9 % y el número de personal capacitados en un 100 % para realizar correctamente su trabajo.

Por ultimo mediante el análisis de costo beneficio se concluye que la propuesta resulta factible para la empresa, con una inversión de S/.17 718 se obtuvo costo beneficio S/. 1,87 , con tiempo de recuperación de 8 días y un ahorro de S/.310 856 anual lo que representa una mejora de 63 %

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio a las diferentes técnicas de mantenimiento predictivo según las necesidades de la empresa para incluirlas al sistema de gestión de mantenimiento RCM . Asimismo una capacitación constantes para los empleados tengan los conocimiento de mantener el sistema de gestión de mantenimiento.

Se puede considerar complementar el proyecto con la gestión del área de logística al abastecimiento, compras, proveedores de los repuesto, herramienta mas solicitados en el momento oportuno abarcando el tema de la gestión logística.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J. Hernández, *Sistemas de Automatización y Robótica*. Madrid: Fundación EOI, 2015.
- [2] R. García Criollo y J. Pantoja Magaña, *Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo*. México: McGraw-Hill, 2007.
- [3] RCM3 “norma SAE – JA 1011”. 2018 [En línea] Disponible en: <http://rcm3.org/la-norma-sae-ja-1011>
- [4] Food and Agriculture Organization “FAO” [En línea]. Disponible en : <http://www.fao.org/4/a-i6198s.pdf>. [Accedido: 26- Abr-2018].
- [5] S. Anbuselvan, S. Arunkumar , G. Guhan y K. Muruganatham , “Optimization of productivity in agro industries using reliability centered maintenance”, *IJTES*, vol 6,Nº02, pp.203-208,Marzo 2014.
- [6] A. Azoy , “Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento” , ISSN Ingeniería Agrícola , vol 4 , N°04 , pg 45-49 , 2014.
- [7] L.Bermudez, “Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes” , Scielo Intersedes , vol 16, N° 33, Enero – Abril 2015.
- [8] S. Mohamed, "Impact of total productive maintenance methodology on the performance", *IJRET*,vol 4, N°10, Octubre, 2015.
- [9] J. Uzcategui , A.Varela y J.Diaz, “ Aplicación de herramientas de clase mundial para gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en metodología MCC” , *CES*, vol 21, N°01 , pg 77-88, 2016.
- [10]F.Lopez, *ISO 9000 y la planificación de la calidad*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas técnicas y certificación. [En línea]. Disponible en : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>. [Accedido: 15- May-2018].
- [11]G. Vergara, “Mejora tu gestión” [En línea]. Disponible en <http://mejoratugestion.com/mejora-tu-gestion/que-es-un-sistema-de-gestion/>[Accedido: 30- May-2018].
- [12] O. García, *Gestión de Mantenimiento Moderna del Mantenimiento Industrial*.Colombia: Ediciones de la U, 2012.
- [13] C Boero, *Mantenimiento Industrial*, Cordoba: Universitas, 2012.
- [14] L. Cuatercasas , *Total Productive Maintenance* Barcelona : Ediciones Gestion , 2000.
- [15] S. Garcia, *Gestión Integral de Mantenimiento*, Madrid: Editorial Díaz, 2003

- [15] FLUOR GLOBAL SERVICES-Estudio de benchmarking.[En línea]. Disponible: <https://www.emerson.com/documents/automation/training-bussch-oe-102es-es-41724.pdf>
- [16]F. Espinosa, Facultad de Ingeniería. Universidad de TALCA. [En línea]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/340866157/13-APUNTES-20SOBRE-20COSTOS-MANTENIMIENTO>. [Accedido: 15- May-2018].
- [17]A. Parra y A. Crespo, Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la gestión de activos .Sevilla: Escuela técnica superior de ingenieros industriales,2012.
- [18] Woodhouse, Jhon. *Criticality Analysis Revisited*. Newbury, England: The Woodhouse Partnership Limited, 1994.
- [91] Machiavelo, Victor 2013, “Introducción a los Análisis de Arboles de Falla”. Atículo. (consultado en 30 Abril del 2019).
- [20] M.Vatn, Reliability centered maintenance. New Jersey : The University o, 2008.
- [21] UNE 20812: Normalizacion Española , “ Mantenimiento Terminologia del mantenimiento “. [En línea] Disponible en : <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/buscatu-norma/norma?c=N0042461>.
- [22]J. Heizer y B Render, Dirección de la producción y de operaciones (decisiones estratégicas). Madrid: Pearson Education, 2010.
- [23] F. Andris y W. Niebel. Ingeniería industrial de Niebel. McGraw-Hill Interamericana. 20140
- [24]O. Vásquez, Ingeniería métodos. Apuntes de estudio. Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2012.
- [25] R. García , Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo, Ginebra : McGrawHill, 2005.
- [26]D. Murthy , A. Atrens ,J. Eccleston , “*Maintenance strategies management*” , Journal of qualityin maintenance Engineering , vol 8 , pg 353, 2002 [En línea] Disponible en : <https://www.emeraldinsight.com/autor/Murthy%2C+DNP>. [Accedido:22 Jun 2018]
- [27] BSG, “BSG,Insitute para crecer “ , 2019. [En línea]. Disponible en : <https://bsginstitute.com/Mantenimiento/Curso-Mantenimiento-y-Sistemas-de-Gestion-282>. [Accedido:10 Junio 2019]
- [28] CMM, “CMMS Software para el control y administración del manteamiento” , 2019. [En línea]. Disponible en : <https://mpsoftware.com.mx/>. [Accedido: 10Junio 2019]
- [29] M. Alles . Editorial Selección por competencias .Buenos Aires, Argentina. 2010.
- [30] BPA, “Manual de BPA para Legumbres” , 2015 [En línea]. Disponible en : https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/aa_guia_bpa_legumbres_issuu [Accedido: 20 Enero 2020]

VI. ANEXOS

Anexo 1. Registro de averías de las máquinas de Setiembre 2017- Agosto 2018

Mes	Fecha	Máquinas	Avería	Tiempo paradas (min)
Sep-17	04/09/2017	Elevador 1	Atasco en rodillo	170
		Pre-limpia 1	Ruptura de correa	290
	05/09/2017	Faja 2	Desalineación de faja	210
		Pre-limpia 2	Desalineación de correa	160
	07/09/2017	Elevador 2	Atasco en rodillo	220
		elevador 3	Ruptura de faja	180
	12/09/2017	Gravimétrica 1	Ruptura de correa	130
	13/09/2017	Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	280
	15/09/2017	Elevador 4	Atasco en rodillo	100
	20/09/2017	Pre-limpia 1	Malla suelta por desajuste pernos	160
		Empaquetadora	Desalineación de faja	110
		Elevador 1	Atasco en rodillo	90
	24/09/2017	Gravimétrica 1	Recalentamiento de motor	130
	27/09/2017	Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	190
		Elevador 2	Ruptura de correa	160
		Faja 1	Desgaste en rodillo	230
oct-17	01/10/2017	Gravimétrica 1	Desgaste de resortes	135
	03/10/2017	Pre-limpia 1	Desalineación de correa	135
	06/10/2017	Elevador 1	Fallo del pulsador	118
		Pre-limpia 2	Malla suelta por desajuste pernos	140
		Elevador 1	Atasco en rodillo	110
	09/10/2017	Gravimétrica 2	Desalineación de correa	105
	13/10/2017	Faja 1	Atasco en rodillo	95
		Pre-limpia 2	Recalentamiento de motor	170
	15/10/2017	Empaquetadora	Se pegan los contactos	110
		Elevador 2	Atasco en rodillo	105
	18/10/2017	elevador 3	Desalineación de faja	130
	21/10/2017	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	190
		Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	130
	24/10/2017	Elevador 4	Desalineación de faja	160
	Faja 2	Desgaste en rodillo	210	
Nov-17	04/11/2017	Empaquetadora	Atasco en rodillo	110
		Elevador 1	Atasco en rodillo	185
		Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	180
	10/11/2017	Faja 2	Atasco en rodillo	160
	12/11/2017	Faja 1	desalineación de faja	160

		Elevador 2	Desalineación de correa	125
		Elevador 1	Desalineación de faja	170
		Gravimétrica 1	Desalineación de correa	130
	14/11/2017	Gravimétrica 2	Recalentamiento de motor	170
		Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	150
	17/11/2017	Faja 2	Desalineación de faja	180
	22/11/2017	Elevador 4	Atasco en rodillo	130
Dic-17	05/12/2017	Elevador 1	Recalentamiento de motor	110
	06/12/2017	Pre-limpia 1	Fallo del pulsador	170
	09/12/2017	Gravimétrica 2	Exceso de vibraciones	120
		Elevador 1	Fallo del pulsador	120
		Elevador 2	Atasco en rodillo	110
	10/12/2017	Elevador 1	Atasco en rodillo	120
	12/12/2017	Faja 1	Atasco en rodillo	110
		Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	120
		Gravimétrica 1	Desalineación de correa	200
		Gravimétrica 1	Ventilador no gira	150
	14/12/2017	Faja 2	Desgaste en rodillo	250
	18/12/2017	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	110
	21/12/2017	Empaquetadora	Se pegan los contactos	160
	22/12/2017	Faja 1	Recalentamiento de motor	110
	27/12/2017	Elevador 3	Atasco en rodillo	110
Ene-18	03/01/2018	Gravimétrica 2	Desgaste de resortes	170
		Elevador 1	Desgaste de rodillo	110
		Pre-limpia 2	Desalineación de correa	120
	09/01/2018	Empaquetadora	cambio de contactos	120
	15/01/2018	Elevador 1	Desalineación de faja	160
		Faja 1	Desalineación de faja	130
	16/01/2018	Empaquetadora	Atasco en rodillo	150
	21/01/2018	Elevador 2	Desalineación de faja	210
		Gravimétrica 1	Recalentamiento de motor	140
		Gravimétrica 2	Desalineación de correa	120
	22/01/2018	Pre-limpia 1	Desalineación de correa	120
		Pre-limpia 1	Atasco de piedras en mallas	190
		Elevador 2	Atasco en rodillo	120
	24/01/2018	Gravimétrica 2	Recalentamiento de motor	150
		Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	120
		Elevador 4	Motor no enciende	170
	25/01/2018	Elevador 3	Atasco en rodillo	110
		Faja 2	Atasco en rodillo	170
	29/01/2018	Gravimétrica 2	Ventilador no gira	160
	Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	150	
	01/02/2018	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	290
		Faja 2	Desalineación de faja	210

Feb-18	04/02/2018	Elevador 2	Atasco en rodillo	220
		Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	170
		elevador 3	Recalentamiento de motor	160
	10/02/2018	Elevador 1	Atasco en rodillo	180
		Gravimétrica 1	Ruptura de correa	120
		Elevador 1	Desalineación de correa	95
	15/02/2018	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	280
		Elevador 4	Fallo del pulsador	100
	20/02/2018	Pre-limpia 1	Malla suelta por desajuste pernos	160
	21/02/2018	Empaquetadora	Se pegan los contactos	110
	22/02/2018	Elevador 1	Atasco en rodillo	190
		Gravimétrica 1	Desgaste de resortes	130
	24/02/2018	Faja 1	Desgaste en rodillo	230
	27/02/2018	Elevador 2	Ruptura de correa	160
Mar-18	01/03/2018	Elevador 3	Desalineación de faja	110
		Faja 2	Ruidos extraños en motorreductor	165
		Elevador 1	Desgaste de rodillo	140
		Elevador 4	Desalineación de faja	100
		Pre-limpia 2	Malla suelta por desajuste pernos	140
	02/03/2018	Gravimétrica 2	Se quemó motor	190
		Elevador 2	Desalineación de correa	130
	03/03/2018	Elevador 1	Ruptura de faja	190
		Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	170
	06/03/2018	Faja 1	Desalineación de faja	110
	09/03/2018	Faja 2	Desgaste en rodillo	110
	09/03/2018	Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	110
	10/03/2018	empaquetadora	Atasco en rodillo	160
		Elevador 1	Recalentamiento de motor	120
		Faja 2	Atasco en rodillo	95
	13/03/2018	Elevador 2	Atasco de puerta del elevador	105
	15/03/2018	Elevador 2	Desalineación de faja	110
		Gravimétrica 1	Recalentamiento de motor	210
	18/03/2018	Pre-limpia 1	Fallo del pulsador	180
	21/03/2018	Faja 1	Ruptura de faja	150
		Elevador 1	Atasco en rodillo	130
	elevador 3	Recalentamiento de motor	130	
Abr-18	05/04/2018	Pre-limpia 2	Recalentamiento de motor	140
		Elevador 1	Desalineación de faja	175
		Elevador 1	Desalineación de correa	95
	09/04/2018	Gravimétrica 1	Desalineación de correa	100
	15/04/2018	Elevador 2	Atasco en rodillo	130
		Faja 2	Desalineación de faja	250
	16/04/2018	Pre-limpia 1	Malla suelta por desajuste pernos	180
	21/04/2018	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	170

		Faja 2	Desgaste en rodillo	110
		Gravimétrica 2	Desalineación de correa	130
	22/04/2018	Elevador 2	Desalineación de correa	115
		Gravimétrica 1	Desgaste de resortes	110
		Faja 1	Desgaste en rodillo	230
	24/04/2018	Elevador 1	Atasco en rodillo	110
		Pre-limpia 1	Malla suelta por desajuste pernos	170
		Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	160
May-18	25/05/2018	elevador 3	Atasco en rodillo	130
		Pre-limpia 2	Desalineación de correa	120
	29/05/2018	Faja 1	Desalineación de faja	140
		Elevador 1	Recalentamiento de motor	290
	05/05/2018	Gravimétrica 1	Ventilador no gira	150
		Faja 2	Atasco en rodillo	130
	10/05/2018	Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	110
	13/05/2018	Elevador 2	Atasco en rodillo	140
	16/05/2018	Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	130
	20/05/2018	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	170
		Gravimétrica 2	Exceso de vibraciones	130
		Elevador 2	Atasco de puerta del elevador	110
	21/05/2018	Empaquetadora	Desalineación de faja	150
	24/05/2018	Faja 2	Ruidos extraños en motorreductor	200
Jun-18	02/06/2018	Pre-limpia 2	desajuste pernos en mallas	140
	03/06/2018	Pre-limpia 1	Desalineación de correa	130
	06/06/2018	Elevador 2	Atasco de puerta del elevador	165
		Elevador 2	Atasco en rodillo	140
		Elevador 1	Atasco en rodillo	110
	09/06/2018	Gravimétrica 1	Desalineación de correa	130
	13/06/2018	Elevador 1	Recalentamiento de motor	190
		Faja 1	Recalentamiento de motor	140
	15/06/2018	Pre-limpia 1	Fallo del pulsador	160
		Elevador 4	Motor no enciende	240
	18/06/2018	Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	160
	21/06/2018	Elevador 1	Desgaste de rodillo	170
		Faja 2	Desalineación de faja	150
Jul-18	05/07/2018	Pre-limpia 2	Atasco de piedras en malla	110
	06/07/2018	elevador 3	Desalineación de faja	140
	09/07/2018	Empaquetadora	Atasco en rodillo	120
		Gravimétrica 2	Desgaste de resortes	130
		Gravimétrica 1	Recalentamiento de motor	190
	10/07/2018	Pre-limpia 1	desajuste pernos en mallas	190
	12/07/2018	Pre-limpia 2	Recalentamiento de motor	150
		elevador 3	Fallo del pulsador	250
		Faja transportadora 2	Ruidos extraños en motor reductor	230

		Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	140
	14/07/2018	Faja 2	Desgaste en rodillo	110
	18/07/2018	Elevador 4	Desalineación de faja	170
	21/07/2018	Elevador 1	Atasco en rodillo	140
	22/07/2018	Elevador 1	Desgaste de rodillo	100
	27/07/2018	Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	170
		Pre-limpia 1	desajuste pernos de mallas	120
	27/07/2018	Faja 1	Desgaste en rodillo	150
		Gravimétrica 2	Ventilador no gira	160
		Pre-limpia 1	Recalentamiento de motor	180
Ago-18	01/08/2018	Faja 2	Desalineación de faja	170
		elevador 3	Atasco en rodillo	150
	03/08/2018	Empaquetadora	Atasco en rodillo	130
		Pre-limpia 1	Desalineación de correa	120
	06/08/2018	Gravimétrica 2	Exceso de vibraciones	130
	09/08/2018	Gravimétrica 1	Desalineación de correa	120
	09/08/2018	elevador 3	Atasco en rodillo	140
	10/08/2018	Gravimétrica 1	Ventilador no gira	250
		Faja 1	Desalineación de faja	170
		Faja 2	Atasco en rodillo	130
	13/08/2018	Elevador 4	Motor no enciende	250
	15/08/2018	Elevador 1	Atasco en rodillo	110
		Elevador 1	Recalentamiento de motor	190
	20/08/2018	Gravimétrica 1	Exceso de vibraciones	140
	24/08/2018	Pre-limpia 1	Atasco de piedras en malla	140
		Elevador 2	Atasco en rodillo	130
		Pre-limpia 1	Malla suelta por desajuste pernos	120

incapacidad temporal entre 30 días												
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a 30 días o incapacidad parcial	25											
TOTAL		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7. IMPACTO EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO FINAL												
No ocasiona pérdidas económicas en las áreas (producción, ventas)	0											
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 100 < 500 nuevos soles	5		5	5		5	5	5	5		5	5
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 500 < 1000 nuevos soles	10	10			10					10		
Puede ocasionar pérdidas económicas mayores de 1000 mil nuevos soles	25											
TOTAL		10	5	5	10	5	5	5	5	10	5	5
Aplicación de fórmula de CRITICIDAD		148	57	90	148	46	81	46	46	120	46	92

Fuente: Agronegocios SicánSAC

ANEXO 3.A. TMBF de tarea de ajustar pernos en Pre limpia

- **Cálculo de TMBF para la tarea de Ajustar los pernos de la base de la Pre-limpia**

$$TMBF = \frac{Ht}{p}, \text{ en donde}$$

TMBF: Tiempo Medio entre Fallas

Ht: horas trabajadas durante el periodo

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para la Pre-limpia 1

$$TMBF = \frac{2\,496 - 21,45}{17}$$

$$TMBF = 145,56 \text{ horas}$$

- Para la Pre-limpia 2

$$TMBF = \frac{2\,496 - 16,2}{13}$$

$$TMBF = 190,75 \text{ horas}$$

- Promedio de las Pre-limpia

$$TMBF = \frac{145,56 + 190,75}{2}$$

$$TMBF = 168,16 \text{ horas}$$

$$TMBF = 17,77 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

$$\text{Intervalo inicial} = 15 \text{ días}$$

ANEXO 3.B. TMBF de tarea de Alinear correa de polea en Prelimpia

- **Cálculo de TMBF para la tarea de : Revisar la alineación de la correa de la polea de la Pre-limpia**

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para la Pre-limpia 1

$$TMBF = \frac{2\,496 - 18,5}{16}$$

$$TMBF = 154,92 \text{ horas}$$

- Para la Pre-limpia 2

$$TMBF = \frac{2\,496 - 12,8}{12}$$

$$TMBF = 206,9 \text{ horas}$$

- Promedio de las Pre-limpia

$$TMBF = \frac{154,92 + 206,9}{2}$$

$$TMBF = 180,89 \text{ horas}$$

$$TMBF = 19,04 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

$$\text{Intervalo inicial} = \text{Quincenal}$$

Anexo 3.C TMBF de tarea de alinear correa en Gravimetrica

- **Cálculo de TMBF para la tarea de : Revisar la alineación de la correa de la polea de la Gravimétrica**

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para la Gravimétrica 1

$$TMBF = \frac{2\,496 - 18,54}{9}$$

$$TMBF = 275,27 \text{ horas}$$

- Para la Gravimétrica 2

$$TMBF = \frac{2\,496 - 14,54}{7}$$

$$TMBF = 354,49 \text{ horas}$$

- Promedio de las Gravimétricas

$$TMBF = \frac{275,27 + 354,49}{2}$$

$$TMBF = 314,5 \text{ horas} = 34,94 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

$$\text{Intervalo inicial} = \text{Mensual}$$

Anexo 3.D TMBF de tarea de limpiar ventilador de motor en Gravimetrica

➤ **Cálculo de TMBF para la tarea de : Limpieza del ventilador de la Gravimétrica**

- Para la Gravimétrica 1

$$TMBF = \frac{2\,496 - 8,34}{4}$$

$$TMBF = 621,91 \text{ horas}$$

- Para la Gravimétrica 2

$$TMBF = \frac{2\,496 - 5,87}{3}$$

$$TMBF = 830,21 \text{ horas}$$

- Promedio de las Gravimétricas

$$TMBF =$$

$$\frac{621,91 + 830,21}{2}$$

$$TMBF = 726,06 \text{ horas} = 90,75 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

$$\text{Intervalo inicial} = 3 \text{ meses}$$

Anexo 3.E TMBF de tarea de ajustar pernos en Gravimétrica

➤ **Cálculo de TMBF para la tarea de : Ajustar los pernos de la base de la Gravimétrica.**

- Para la Gravimétrica 1

$$TMBF=(2\ 496-19,45)/16$$

$$TMBF = 154,78 \text{ horas}$$

- Para la Gravimétrica 2

$$TMBF= (2\ 496 - 13,8) / 11$$

$$TMBF = 220,45 \text{ horas}$$

- Promedio de las Gravimétricas

$$TMBF=(154,78 +220,45)/2$$

$$TMBF = 187,39 \text{ horas}$$

$$TMBF = 19,73 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

$$\text{Intervalo inicial} = \text{Quincenal}$$

➤ **Cálculo de TMBF para la tarea de : Ajustar o tensar faja del Elevador cangilon 1**

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para Elevador cangilón 1

$$TMBF = \frac{2\ 496 - 16,45}{6}$$

$$TMBF = 413,25 \text{ horas} = 45,92 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta: 45 días

➤ **Cálculo de TMBF para la tarea de : Revisar la alineación de la correa de la polea del Elevador cangilón 1**

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para Elevador cangilón 1

$$TMBF = (2\ 496 - 12,25) / 8$$

$$TMBF = 310,47 \text{ horas} = 34,50 \text{ días}$$

- Intervalo inicial para la tarea propuesta:

Intervalo inicial = Mensual

Anexo 3.F

➤ **Cálculo de TMBF para la tarea de : Ajustar o tensar faja de la Faja transportadora 2**

Las horas laborales en los meses de setiembre 2017-Agosto 2018 fueron 2 496 horas, se tiene :

- Para Faja transportadora 2

$$TMBF = \frac{2\ 496 - 12,24}{6}$$

$$TMBF = 413,96 \text{ horas} = 46 \text{ días}$$

Intervalo inicial para la tarea propuesta: 45 días

Anexo 4

4.11. PLAN DE MANTENIMIENTO

COMPONENTE	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (revisión parcial)	CADA 3 AÑOS (revisión completa)
- Motor completo	- Inspección de ruido y de vibración		- Drenar agua condensada (si hay)	- Reapretar los tornillos	- Desmontar el motor. Verificar partes y piezas
- Bobinas del estator y rotor				- Inspección visual; medir resistencia del aislamiento	- Limpieza; verificar la fijación de las bobinas; medir resistencia del aislamiento
- Soportes	- Control de ruido	- Reengrasar; respetar intervalos conforme placa de lubricación			- Limpieza de los soportes; sustituir, si necesario; inspeccionar casquillo y sustituir, si necesario (soporte de manivela); inspeccionar pista de desliz (eje) y recuperar cuando necesario
- Cajas de conexión, conexión a tierra				- Limpiar interior; reapretar tornillos	- Limpiar interior y reapretar tornillos
- Acoplamiento (observe las instrucciones de mantenimiento del fabricante del acoplamiento)		- Después de la primera semana; verifique alineamiento y fijación		- Verifique alineamiento y fijación	- Verifique alineamiento y fijación
- Dispositivos de monitorización		- Registre los valores de la medición			- Si es posible, desmontar y hacer test del modo de funcionamiento

Figura 40 Manual de Plan de mantenimiento de bobina de motor de weg

5.2 Rodamientos

Los motores W22 son provistos con rodamientos de bolas de surco profundo como estándar (figura 24). Opcionalmente, para motores de la carcasa 160 y arriba, pueden ser provistos con rodamientos de rodillos de la serie NU, para cargas donde altos niveles de esfuerzos radiales puedan ocurrir.



Figura 24 - Detalle del rodamiento

Los rodamientos tienen una vida útil L10h de 20.000 horas o 40.000 horas para 50 Hz y 25.000 horas para 60 Hz respetándose las cargas radiales y axiales máximas descritas en las tablas 8, 9 y 10. Cuando son acoplados directamente a la carga (ausencia de esfuerzos radiales y axiales) los rodamientos tienen vida útil L10h como máxima de 50.000 horas.

En la configuración estándar, con rodamiento de bolas, el rodamiento delantero es axialmente trabado para motores a partir de la carcasa 160. Para compensar cualquier movimiento axial, los motores son equipados con arandelas de precarga en las carcacas 63 a 200 y con resortes de precarga en las carcacas 225 a 355. Cuando provistos con rodamientos de rodillos, el rodamiento trasero es trabado y el

Nota:

1. Tiempo de vida L10h significa que, como mínimo, 90% de los rodamientos sometidos a las cargas máximas indicadas alcanzarán el número de horas indicado. Las cargas máximas radiales y axiales admisibles para la configuración estándar están indicadas en las tablas 8, 9 y 10. Los valores máximos de carga radial consideran los valores de carga axial como siendo nulos. Los valores máximos de carga axial consideran los valores de carga radial como siendo nulos. Para el tiempo de vida de rodamientos en condiciones de cargas axiales y radiales combinadas contacte a WEG.
2. Los valores de fuerza radial Fr generalmente resultan de informaciones recomendadas en los catálogos de los fabricantes de poleas / correas. Cuando esta información no esté disponible, la fuerza, en operación, puede ser calculada basándose en la potencia, en las características de diseño del acoplamiento con poleas y correas y en el tipo de aplicación. Entonces tenemos:

$$Fr = \frac{19.1 \cdot 10^6 \cdot P_n}{n_n \cdot d_p} \cdot k_a \text{ (N)}$$

Donde:

- Fr es el esfuerzo radial generado por el acople por poleas y correas (N);
- Pn es la potencia nominal del motor (kW);
- n_n es la velocidad nominal del motor (RPM);
- d_p es el diámetro de paso de la polea (mm);
- k_a es un factor que depende de la tensión de la polea y tipo de aplicación (tabla 7).

	Factor ka de aplicación
--	-------------------------

Figura 41. Manual -Rodamiento de motor weg

Operator additional information	With plain lens
Light source	Protected LED
Built base	Integral LED
Light source colour	Red
[UL] rated supply voltage	230...240 V AC, 50/60 Hz
Complementary	
Height	47 mm
Width	30 mm
Depth	34 mm
Terminal description ISO n°1	(X1-X2)P
Product weight	0.06 kg
Resistance to high pressure washer	100000 Pa at 60 °C, distance: 0.1 m
Connectors - terminals	Screw clamp terminals: 1 x 2 x 1.5 mm ² with cable end conforming to EN/IEC 60947-1 Screw clamp terminals: 1 x 0.22...2 x 0.5 mm ² without cable end conforming to EN/IEC 60947-1
[UL] rated insulation voltage	250 V (degree of pollution: 2) conforming to EN 60947-1
[UL] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to EN 60947-1
Signalling type	Steady
SWIT 0111	

Supply voltage limits	196...264 V AC
Current consumption	14 mA
Service life	10000 h at rated voltage and 25 °C
Surge withstand	1 kV conforming to IEC 61000-4-6

Figura 42. Ficha técnica de pulsador XBUBVM4



RED POWER II
Correas trapezoidales sin mantenimiento

"Red Power II" es un paso adelante en el desarrollo de la correa Red Power

Con 8 correas trapez. estándar SPB 3750 Ld	Con 6 correas trapez. "Red Power II" SPB 3750 Ld
Polea matriz: 8 canales Ø 170 mm	Polea matriz: 6 canales Ø 170 mm
Polea arastreada: 8 canales Ø 900 mm	Polea arastreada: 6 canales Ø 900 mm
Ancho de la polea: 158 mm	Ancho de corona de la polea: 120 mm
Vida útil calculada: 25.000 horas	Vida útil calculada: 25.000 horas
Trabajos de retensado: 10 veces	Trabajos de retensado: ninguna vez

Figura 43. Características técnicas de correa de polea de Gravimetricas

- **Tambores.**
 - El mantenimiento de los tambores se reduce a la lubricación de los rodamientos de los ejes de los tambores de cabeza y cola. Para proceder a la lubricación de estos rodamientos, la máquina dispone de unos engrasadores practicados en los soportes de los rodamientos. Esta operación podrá realizarse manualmente o con bomba de engrase.
- **Rodillos.**
 - Los rodillos de la máquina tienen una duración limitada de 10 000h. deben ser sustituido al terminar este periodo.
 - Su lubricación es mensual o según inspección.
- **Reductor.**
 - El reductor que se suministra con la máquina tiene lubricación permanente, o sea, engrasado a perpetuidad, viene desprovisto de tapones de carga, nivel y descarga por no precisar ningún mantenimiento.
- **Inspección diaria.**
 - Pulsadores de parada de emergencia.
 - Cables y conexiones eléctricas.
 - Se recomienda que al cambiar los rodamientos también se reemplacen elementos de obturación sometidos a desgaste.
- **Banda de transporte.**
 - Para un correcta conservación de la banda, en periodos largos de inutilización, recomendamos en primer lugar el resguardo de la intemperie, y el uso de protecciones tipo manta de estera o similar para la cubrición. Su vida útil varía entre 20000h -25000h.

Figura 44. Plan de mantenimiento de faja transportadoras

49.771

7.11.1.3 Relubricación de los rodamientos con dispositivo de cajón para remoción de la grasa

Para efectuar la relubricación de los cojinetes, la remoción de la grasa vieja es hecha por el dispositivo con cajón instalado en cada cojinete.

Procedimientos para lubricación:

1. Antes de iniciar la lubricación del cojinete, limpiar la grasa con un paño de algodón.
2. Retirar la varilla con cajón para remoción de la grasa vieja, limpiar el cajón y colocarlo nuevamente.
3. Con el motor en funcionamiento, inyectar la cantidad de grasa especificada en la placa de identificación de los rodamientos, por medio de engrasadora manual.
4. El exceso de grasa sale por el dren inferior del cojinete y se deposita en el cajón.
5. Mantener el motor en funcionamiento durante el tiempo suficiente para que salga todo el exceso de grasa.
6. Retirar el exceso de grasa, tirando de la varilla del cajón y limpiándolo. Este procedimiento debe ser repetido tantas veces como sea necesario hasta que el cajón no retenga más grasa.
7. Inspeccionar la temperatura del cojinete para garantizar que no hubo ninguna alteración significativa.

7.11.1.4 Tipo y cantidad de grasa

La relubricación de los cojinetes debe ser realizada siempre con la grasa original especificada en la placa de características de los cojinetes, así como en la documentación del motor.

Tabla 7.3. Opciones y características de las grasas opcionales para aplicaciones horizontales

Fabricante	Grasa	Temperatura de trabajo máxima (°C)	Factor de multiplicación
Exxon Mobil	USMBCX N3 (Último de Compañía de Línea)	130 a +150	0.90
Shell	ALXNBA RL2 (Último de Línea)	130 a +150	0.95
Petrolbras	LUBRAX INDUSTRIAL CMA-2 (Último de Línea)	130 a +150	0.95
Shell	STAMBA RL3 (Último de División)	130 a +150	0.94
SAB	LEMP 2 (Último de Filial)	140 a +150	0.94

La Tabla 7.4 muestra los tipos de rodamientos más utilizados en los motores horizontales, la cantidad de grasa y la máxima nivel de utilización de las grasas opcionales.

Tabla 7.4. Aplicación de las grasas opcionales.

Rodamiento	Cant. de grasa (g)	Relación Límite de la Grasa (grm) Máximos horizontales				
		Stamra RL2	LEMP 2	Ulbro RL3	Aluma RL3	Lubrax Industrial CMA-2
6220	30	3000	3000	1800	1800	1800
6232	70	1800	1800	1000	1200	1200
6236	85	1500	1500	1000	1200	1200
6240	105	1200	1200	1000	1000	1000

Figura 45. Especificación de la grasa para lubricar

Características Típicas

Shell Omala S2 G		68	100	150	220	320	460	680	
Grado de Viscosidad ISO	ISO 3448	68	100	150	220	320	460	680	
Viscosidad Cinemática	ISO 3104	mm ² /s @ 40°C	68	100	150	220	320	460	680
		mm ² /s @ 100°C	8.7	11.4	15.0	19.4	25.0	30.8	38.0
Índice de Viscosidad	ISO 2909	99	100	100	100	100	97	92	
Flash Point (PWCC)	°C ISO 2592	236	240	240	240	255	260	272	
Punto de Escurecimiento	°C ISO 3016	-24	-24	-24	-18	-15	-12	-9	
Densidad @ 15°C	kg/m ³ ISO 12185	887	891	897	899	903	904	912	

Los valores indicados son representativos de la producción actual y no constituyen una especificación. La producción del producto se realiza conforme a las especificaciones de Shell.

Figura 46. Especificaciones de características del aceite Omala 68

ANPSA

Código: F-38
Ver: 07 / Rev: 00
Fecha: 02/11/2018

BARNIZ AISLANTE INCOLORO

1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PRODUCTO
Producto elaborado con resina alquídica modificada, melamina y solventes deéctricos.

TIPO
Alquídica modificada / melamina.

USOS Y RECOMENDACIONES
Se usa como recubrimiento aislante en bobinas de motores eléctricos, para rellenar espacios vacíos entre las bobinadas y dentro de ellas y proveer influjos rescativo.

COLORE
Transparente.

ACABADO
Brillante.

MÉTODO DE APLICACIÓN
Equipo de aplicación: Pincel.

Tipo de sustrato: Bobina de motores eléctricos.

Diluyente: Solvente Diéctrico DC-25.

Nota: Homogenizar completamente la mezcla del producto y diluyente antes de aplicar.

Tempo de curado (aplicación): 12 - 15 minutos / cada mano.

Número de capas: 1 - 2

Tempo de curado (ambiente): 15 - 20 minutos.

Temperatura (1/2 a 1 hora): 150 °C.

Espesor recomendado de película húmeda por capa: 2 - 3 mils.

Espesor recomendado de película seca por capa: 0.5 - 1.0 mils.

RENDIMIENTO TEÓRICO
65 mg/Gl.

Figura 47. Especificaciones del Barniz Anypsa para motores.

Anexo 5. Promedio de compra y venta por cada kg menestra de Setiembre 2017- Agosto 2018

Tipo de menestra	Participación	Costo por kg	Ventapor kg	Utilidad
pallar	20 %	2,01	3,3	1,29
arveja partida	17 %	2,65	3,71	1,06
f. castilla	13 %	3,21	4,5	1,29
f. panamito	8 %	,.6	5,4	1,8
f. canario	3 %			
lenteja	36 %	2,7	3,8	1,1
Promedio		2,83	4,142	1,3

Fuente. Agronegocios Sicán S. A. C.

Anexo 6. Cotización del Software MP. Versión 9.

The image shows an email interface with a sidebar on the left containing folders like 'Recibidos', 'Destacados', 'Pospuestos', 'Enviados', 'Borradores', and 'Más'. The main content area shows an email from 'Pasquale Pensa' with the subject 'Información MPsoftware.'. The email text includes a greeting, a thank you for interest in the software, and details about the quotation process, including a price of \$/ 6.800 soles per user and contact information for Ing. Pasquale Augusto Pensa Vargas.

Información MPsoftware.

Pasquale Pensa <pasquale.pensa@mpsoftware.cl>
 para mí

Buen día estimada Ana Mesones.

Te contacto Pasquale Pensa gerente de MPsoftware para Perú y Chile, hemos recibido un correo de su parte con interés en adquirir el software y desde ya le agradeceremos su interés.

Para cotizarle el software de manera adecuada por favor le voy a pedir la cantidad de usuarios que estiman que utilizarán el software. Así también como la versión en la que está interesada, ya que tenemos tres [Básica, Profesional y empresarial], adjunto al correo podrá encontrar un brochure donde en la página 5 tiene las diferencias de cada una de las versiones y su respectivo alcance.

Por otra parte si desea para un usuario, la inversión sería : \$/ 6.800 soles.

Si tiene alguna duda comuníquese conmigo a través de esta vía o por llamadas de WhatsApp a este número: +51 963 343 946. Atentamente.

MP software

Ing. Pasquale Augusto Pensa Vargas | Gerente Comercial
 Email: pasquale.pensa@mpsoftware.cl | skype: [pensa.pasquale](#)
 Celular: +56 9 3733 0132
 +51 963 343 946

MPSOFTWARE CHILE SpA | www.mpsoftware.com.mx
 MPSOFTWARE PERU S.A.C
 Oficina: +56 232984927

Figura 48. Cotización del Software MP. Versión 9.

Anexo 7. Cotización de Capacitación del MPsoftware

Recibidos 30

- Destacados
- Pospuestos
- Enviados
- Borradores 8
- Más

Ana +

Capacitación MPsoftware.

Pasquale Pensa pasquale.pensa@mpsoftware.cl para mí + OP lun, 1 abr. 10:22 (hace 4 días)

Buen día estimado Ana Mercedes.

Te contacto Pasquale Pensa gerente de MPsoftware para Perú y Chile, hemos recibido un correo de tu parte con interés en la capacitación del MPsoftware, el cual tiene como objetivo ayudarte a administrar la gestión del mantenimiento de manera eficiente teniendo toda su información documentada y organizada, abarca catálogos de equipos, órdenes de trabajo, rutinas de mantenimiento, gráficos de costos, paros, análisis de fallas y causa raíz, entre otros.

La inversión de la capacitación es de \$7.1000 soles.

Si tiene alguna duda comuníquese conmigo a través de esta vía o por llamadas de WhatsApp a este número: +51 963 343 946 Atentamente.

MP software

Ing. Pasquale Augusto Pensa Vargas | Gerente Comercial
 Email: pasquale.pensa@mpsoftware.cl | Skype: [pensa.pasquale](#)
 Celular: +56 9 3233 0132
 +51 963 343 946

MPSOFTWARE CHILE SpA | www.mpsoftware.com.mx
 MPSOFTWARE PERU S.A.C
 Oficina: +56 22994937

No hay contactos de Hangouts
[Buscar a alguien](#)

Figura 49. Cotización de Capacitación del MPsoftware

Anexo 8. Cotización de Capacitación del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Curso de Especialización

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD
 RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE RCM:

Metodología de Clase Mundial para Estructurar la Gestión del Mantenimiento, orientada a Eliminar, Prevenir y Mitigar Fallas mediante Herramientas Avanzadas de Ingeniería de Confiabilidad para Estandarizar, Analizar y Mejorar el Desempeño de los Equipos en Términos de Disponibilidad, Mantenibilidad y Predictibilidad Operativa

- METODOLOGÍA RCM: LOS 7 PASOS DEL RCM
- GUÍA DE APLICACIÓN DEL RCM
- SISTEMAS Y FALLAS FUNCIONALES
- LTA ANÁLISIS ÁRBOL LÓGICO
- IMPLEMENTACIÓN DEL RCM

INCLUYE UN PACK DIGITAL CON:
 • Manual de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
 • Guía de Indicadores de la Gestión del Mantenimiento
 • Gestión de Activos basado en Confiabilidad
 • Dispositivos del curso

INSTRUCTOR. EXCELENCIA PROFESIONAL
 ING. MASTER VICTOR D. MANRIQUEZ, CMRP, CAMA
 Consultor e Instructor Internacional, Certificado como Profesional en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) por la Society for Maintenance and Reliability Professionals (SMRP) de los Estados Unidos. Certificado como Asesor en Gestión de Activos CAMA, por WPIAM

Fuente. BSG.Institute

PROMOCION

Tarifa Corporativa por cada 5 participantes:
S/ 2 100 + IGV = S/ 2 478
* No se aplican otros descuentos

RECIBI M S E INSCRIPCIONES

Solicite su Ficha de Inscripción:

AMB BUSINESS SAC
Sra. Mirna Arias
Av. Benavides 2549 Of. 802. Miraflores - Lima
Teléfono: 715 3131 Anexo 112 Directo 273 8382
Celular: 99 826 6773
Email: mirnas@ambtrigo.com / seminarios@amb.pe

Banco Scotiabank SOLES
N° 00-286-1030014-11
CCI 009-266-000103001411-80

Se acepta tarjetas de VISA y MASTERCARD

Servicios de Capacitación sujeto a Detracción (10%)
Banco de la Nación
00-005-001684



Fuente. BSG.Institute

Anexo 9 . Consumo por las máquinas utilizadas en el proceso de producción

Máquinas	Potencia (HP)	Consumo en kW
Pre- limpia	2	1,491
Elevador cangilon	2	1,491
Gravimetrica	5	3,728
Faja transportadora	2	1,491
TOTAL		8,201

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

Anexo 9 . Consumo por las máquinas utilizadas en el proceso de producción

MES	Consumo kW	Horas trabajadas al mes	Consumo por hora (KWh)	Precio S/. KWh	Consumo en soles (S/.)
Set-17	8 201	142,07	1 165,11	0,53	617,50
Oct-17		146,3	119,98		593,58
Nov-17		156,62	1 284,44		680,75
Dic-17		145,45	1 192,83		632,19
Ene-18		141,82	1 163,06		616,42
Feb-18		139,12	1 140,92		604,68
Mar-18		156,22	1 281,16		679,01
Abr-18		143,23	1 174,62		622,54
May-18		146,35	1 200,21		636,11
Jun-18		160,25	1 314,21		696,53
Jul-18		139,34	1 142,81		605,68
Ago-18		143,72	1 178,64		624,67
PROMEDIO					670,50

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

Anexo 10 . Consumo energía futura por las máquinas utilizadas en el proceso de producción

MES	Consumo kW	Horas trabajadas al mes	Consumo por hora (KWh)	Precio S/. KWh	Consumo en soles (S/.)
Set	8 201	179	1 467,9	0,53	778.0
Oct		171	1 402,3		743.2
Nov		183	1 500,7		795.4
Dic		178	1 459,7		773.6
Ene		193	1 582,7		838.8
Feb		198	1 623,7		860.6
Mar		195	1 599,1		847.5
Abr		187	1 533,5		812.8
May		176	1 443,3		764.9
Jun		184	1 508,9		799.7
Jul		193	1 582,7		838.8
Ago		193	1 582,7		838.8
PROMEDIO					807.7

Fuente . Agronegocios Sicán S. A. C.

Ver anexo 11. Cotización de materiales de escritorio

The screenshot shows a shopping cart interface for 'TAI-LOY'. The cart contains five items:

Producto	Precio	Cantidad	Subtotal	Comentarios
BOLIGRAFO 032-M TRIBLUX VIOLETA FABER CASTELL	S/ 0.40	200	S/ 80.00	
CAJA ARCHIVADORA N°20 ARTESCO	S/18.30	4	S/ 75.4	
PAPEL FOTOCOPIA A3 CHAMEX X 75GR	S/24.70	2	S/49.40	
CINTA EPSON S015329	S/120.00	2	S/240.00	
FILE MANILA A4 GRAFIP	S/50.00	1	S/50.00	






On the right side, there is a 'Resumen' (Summary) panel:

- Subtotal: S/172.40
- Total: S/172.40
- Buttons: IR A PAGAR, SEGUIR COMPRANDO, VACIAR CARRITO
- Checkbox: Acepto los Términos y Condiciones y las Políticas de Privacidad

Producto	Métodos de entrega	Cantidad	Precio Unitario	Total
 RDL Profesional Guantes Multiflex Látex x 6 Pares SKU: 111296-1	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 33 C/U	S/ 33
Eliminar Guardar para después				
 Auto Style Aspiradora 12V 2.8m SKU: 263778-3	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 52.90 C/U	S/ 52.90
Eliminar Guardar para después				
 Übermann Caja de Herramientas 29" SKU: 262018-9	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 300.00 C/U	S/ 300.00
Eliminar Guardar para después				
 Testech Pinzas Amperimétrica SKU: 41693-2	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 200.00 C/U	S/ 200.00
Eliminar Guardar para después				

Fuente. Tayloy y Sodimac.

Ver anexo 12. Cotización de repuestos de máquinas

Producto	Métodos de entrega	Cantidad	Precio Unitario	Total
 Pulsador XB4BVM4 SKU: 162177-7	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 6.90 C/U	S/ 6.90
Eliminar Guardar para después				
 Contactor 16A - Schneider SKU: 175445-9	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	1 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 59.90 C/U	S/ 59.90
Eliminar Guardar para después				
 Resorte 4" x 2" SKU: 263213-2	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	2 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 29.90 C/U	S/ 59.80
Eliminar Guardar para después				
 Perno hexagonal 1" SKU: 34148-7	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	8 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 2.50 C/U	S/ 20
Eliminar Guardar para después				
 Perno hexagonal 1/2" SKU: 34148-7	<input checked="" type="checkbox"/> Despacho a domicilio <input checked="" type="checkbox"/> Retiro en tienda	8 <input type="button" value="+"/> <input type="button" value="-"/>	S/ 2.50 C/U	S/ 20
Eliminar Guardar para después				

Fuente. Sodimac S.A.C.



Cantidad: Unidad: Gal - Precio: S/ 220

Fuente. Anypsa S.A.C.



Rollos Faja Transportadora
De 4" x 8 m lona

S/ 70

Hasta 12 cuotas



Ver los medios de pago

Entrega a acordar con el vendedor

Amazon

Ver costos de envío

Cantidad: 1 Unidad (31 disponible)

Comprar

Fuente.mercadolibre.com.pe



Correa dayco commow Label
1,5" x 30 cm

S/ 20

Hasta 12 cuotas sin interés



Ver los medios de pago

Entrega a acordar con el vendedor

Lima

Ver costos de envío

Único disponible

Comprar

Fuente.mercadolibre.com.pe



Ver más grande 

Rodamiento SKF 6204 2Z

Referencia Skf 6204 2Z
Condición: Nuevo producto
 Rodamiento de bolas SKF 6204 2Z
 Material: Acero
 Medidas: 20/47/14

Envío 24-48 horas

[Tweet](#) [Compartir](#)

S/. 150.00

Cantidad
 -


 Añadir al carrito

Fuente. <https://www.skf.com/es>



Ver más grande 

Rodamiento SKF 6209 C

Referencia Skf 6209 C
Condición: Nuevo producto
 Rodamiento de bolas SKF 6209 C
 Material: Acero
 Medidas:45/85/19

Envío 24-48 horas


[Tweet](#) [Compartir](#)

S/. 130.00


Cantidad
 -


 Añadir al carrito



Fuente. <https://www.skf.com/es>




56cm

Varilla Para Nivel De Aceite 

S/ 140

 **Hasta 12 cuotas sin interés**
VISA 
 Ver los medios de pago

 **Entrega a acordar con el vendedor**
 Callao
 Ver costos de envío

Único disponible!

Comprar

Fuente. <https://www.skf.com/es>

Anexo 10. AMEF . Análisis de modo y efecto de fallo.

En base a la propuesta de mejora se realiza el AMEF futuro de las máquinas de la empresa

Tabla 94 .Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código:				
Máquina:		PRE-LIMPIA 1						Revisado por:				
Componente	Función	Falla funcional	Modos potencial de fallo	Acciones Correctiva	Responsable	SITUACION ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	A	Recalentamiento motor	1	Cortocircuito en bobina	Limpieza y barnizado de bobina de motor	Operador de máquinas	2	3	3	18	Falla bajo
				2	Desgaste de rodamiento	Cambio de rodamiento	Operador de máquina	2	4	3	24	Falla bajo
polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	B	Pérdida de movimiento entre poleas	1	Desalineación de correa en polea	Revisar alineación de correa en polea	Operario	2	4	3	24	Falla bajo
				2	Ruptura de correa	Revision , cambiar correa	Operario	2	3	3	18	Falla bajo
Malla acero	Clasificación por tamaño 3/4", 1/2", 1/4"	C	No clasifica correctamente	1	Atasco de piedras	Limpieza de malla	Operario	3	4	3	36	Falla Medio
Pulsador	Energiza la bobina del contactor de arranque	D	Incapacidad para encender motor	1	Contactor pegado	Cambio de contacto	Operador de máquina	2	3	4	24	Falla bajo
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	E	vibraciones anormales	1	desgaste de resortes	Cambio de resortes	Operador de máquina	2	3	4	24	Falla bajo
Pernos de sujeción	Sujetar la malla del equipo	F	Perdida de ajuste	1	Desajuste pernos	Revisar y ajustar los pernos de malla	Operario	2	3	3	18	Falla bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 46. Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código:				
Máquina:	GRAVIMETRICA 1						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos potencial de fallo	Efecto potencial del fallo	Causa potencial del fallo	SITUACION ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de	A	Recalentamiento motor	1	Desgaste de rodamiento	Ruidos anormales del motor	Desgaste por actividad	7	8	7	392	Falla medio
Pulsador	energiza la bobina del contactor para encender motor	B	Incapacidad de funcionar	1	Pulsador en mal estado	No deja pasar la corriente, dificulta el arranque	Falta de limpieza	7	5	7	245	Falla medio
polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	C	Perdida de movimiento	1	desalineación de correa en polea	Paraliza la producción	Polea malajustada	9	8	7	504	Falla Alto
				2	Ruptura de correa	Parada de equipo	Desgaste por actividad	5	5	7	175	Falla medio
Ventilador	Producir una corriente de aire	D	Perdida de potencia	1	Ventilador no gira	Clasificación no de acuerdo a	Eje con exceso de grasa	9	8	7	504	Falla Alto
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	E	Impactos y vibraciones anormales	1	desgaste de resortes	Vibración anormales, malfuncionamiento del equipo	Desgaste por actividad	3	4	7	84	Falla bajo
Pernos sujeción de base	Sujetar el cuerpo del equipo	F	Perdida de ajuste	1	Exceso de vibraciones, Desajuste pernos	Desalineación del cuerpo del equipo	Falta de inspección	8	8	5	320	Falla medio

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 47 .Análisis de Modo de Falla del Elevador de cangilones 1

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)							Código:		
Máquina:	ELEVADOR CANGILÓN 1							Revisado por:			
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Acciones Correctivas	Responsables	SITUACIÓN ACTUAL					
						Ocurre nci a	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo	
Faja	transporta el producto en forma vertical	A	Rotura, deformación	1	Desalineación de faja Inspeccionar la faja Ajustar o tensar faja	Operario	2	4	3	24	Falla bajo
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	B	Recalentamiento motor	1	Ventilador obstruido por piedras, grasa Limpieza de ventilador	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo
				2	Desgaste rodamiento Cambio de rodamiento	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo
Pulsador	energiza la bobina del contactor para encender motor	C	Incapacidad de carga	1	r contactor pegados Cambio de contactor	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo
Polea	Trasmite la fuerza que le entrega el eje del motor a la faja	D	Pérdida de movimiento	1	Desalineación de correa Revisar alineación de correa en polea Cambio de correa	Operario	2	4	3	24	Falla bajo
Rodillos	Soporta y ayuda a girar la banda.	E	Incapacidad de transportar	1	Atasco de piedras en rodillo Limpieza de rodillo	Operario	2	4	4	32	Falla bajo
		F	Desgaste de superficie	1	Desgaste de rodillo Lubricacion de rodillo	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 48 .Análisis de Modo de Falla de la Faja transportadora 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código				
Máquina:		FAJA TRANSPORTADORA 2						Revisado por:				
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Acciones Correctivas	Responsable	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Rodillo	Soporta y ayuda a girar la banda.	A	Desgaste de superficie	1	Desgaste en rodillo	Lubricacion de chumacera	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo
		B	Incapacidad de transportar	1	Atasco en rodillo	Inspeccion y limpieza en rodillos	Operario	2	3	3	18	Falla bajo
Motor	Transmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	C	Recalentamiento de motor	1	Sobre-esfuerzo	Medir el amperaje y temperatura de motor	Operador de máquina	2	2	3	12	Falla bajo
Faja	Por arrastre transporte el producto	D	Rotura, deformación	1	Desalineación de faja	Ajustar o tensar las fajas	Operador de máquina	2	4	3	24	Falla bajo
Motor rreductor	Reduce la velocidad del motor	E	Incapacidad de funcionar	1	Desgaste engranaje	Cambiar aceite y comprobar el nivel de aceite	Operador de máquina	2	3	3	18	Falla bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 49 .Análisis de Modo de Falla de la Gravimétrica 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código				
Máquina:	GRAVIMETRICA 2						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Acciones Correctivas	Responsable	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Trasmite potencia mecánica a mecanismo de	A	Recalentamiento motor	1	Desgaste de rodamientos	Cambiar rodamientos	Operador de máquina	2	3	3	18	Fallo bajo
Polea	Transmite la fuerza del motor por una correa	B	Perdida de movimiento	1	Desalineación de correa	Revisar la alineación de la correa de la polea	Operario	2	4	3	24	Fallo bajo
Ventilador	Producir una corriente de aire a través de una cubierta	C	Perdida de potencia	1	Ventilador no gira	Inspeccionar y limpiar ventilador	Operador de máquina	2	3	3	18	Fallo bajo
Resortes	Amortigua cuando vibra la base	D	Vibraciones anormales	1	Desgaste de resorte	Cambiar los resortes	Operador de máquina	2	3	4	24	Fallo bajo
Pernos de sujeción de base	Sujetar el cuerpo del equipo	E	Perdida de ajuste	1	Desajuste y ruptura de pernos en base	Revisar y ajustar los pernos de la base	Operario	2	4	4	32	Fallo bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C

Tabla 50 .Análisis de Modo de Falla de la Pre-limpia 2

		ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMEF)						Código				
Máquina:	PRE-LIMPIA 2						Revisado por:					
Componente	Función	Falla funcional	Modos de falla	Acciones Correctivas	Responsable	SITUACIÓN ACTUAL						
						Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR	Prioridad del Riesgo		
Motor	Trasmite potencia mecánica a mecanismo de transmisión	A	Recalentamiento de motor	1	Desgaste de rodamiento	Cambio de rodamiento	Operador de máquina	2	3	3	18	Fallo Bajo
Polea	Transmite la fuerza del motor por una correa	C	Perdida de movimiento	1	Desalineación de la correa	Revisar alineación de la correa de la polea	Operario	2	4	4	32	Fallo Bajo
Malla de acero	Clasificación por tamaño 3/4", 1/2", 1/4"	D	No clasifica correctamente	1	Atasco de piedras	Inspeccion y limpieza de la malla	Operario	2	4	4	18	Fallo Bajo
Pernos de sujeción	Sujetar la malla con el cuerpo del equipo	E	Perdida de ajuste	1	Desajuste de pernos	Revisar y ajustar los pernos de la base	Operador de máquina	2	3	4	24	Fallo Bajo

Fuente. Agronegocios Sicán S.A.C