



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO, IMPLEMENTANDO UN SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN EN PARALELO, PARA REDUCIR LOS
COSTOS OPERATIVOS DE LA EMPRESA
AGROINDUSTRIAL INKA GOLD E.I.R.L”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Bach. KARENN JANNETTE NÚÑEZ DÍAZ

ASESOR:

Ing. ABEL GONZALEZ WONG

TRUJILLO – PERÚ

2015

RESUMEN

El presente Proyecto tuvo como objetivo general, Desarrollar un Plan de Mantenimiento Preventivo, implementando un Sistema de refrigeración en paralelo, con la finalidad de eliminar los tiempos perdidos, a causa del mantenimiento correctivo que la empresa normalmente viene aplicando, no obstante se ampliará la capacidad de carga de Esparrago verde fresco para exportación, asegurando la confiabilidad y la disponibilidad de los Equipos de Refrigeración, por el cual utilizaremos un Sistema Stand By, que evitará las paradas imprevistas, asegurando el funcionamiento de los equipos al 100% y a una temperatura óptima.

Las actividades desarrolladas en el Plan de Mantenimiento, están enfocadas a crear dentro de la empresa un Área de Mantenimiento, por el cual no tiene y generar un puesto de trabajo que esté a cargo de un Supervisor, también la creación de Formatos para los diversos trabajos de Mantenimiento y por último se generó un Sistema ON-OFF en el cual se demostrará la operatividad de los equipos.

Para que la empresa cuente con un Mantenimiento Preventivo, se vio la necesidad de comprar un Nuevo Equipo de Refrigeración y repotenciar el antiguo, el cual será de gran beneficio para la empresa y se demostrará en grandes ganancias, ya que permitirá ampliar la capacidad de la carga y de envío.

Finalmente este proyecto ratifica que para que un sistema de gestión alcance los objetivos trazados en una organización se requiere que el personal, a todo nivel se sienta involucrado y participe en cada actividad a desarrollar, con seriedad y responsabilidad.

Los resultados que se lograron son:

Reducción de tiempo perdido en 0 horas de parada por Mantenimiento correctivo.

La Disponibilidad de los Equipos son al 100%

Se logra completar el embarque de 15 Pallets – 19 Pallets.

La temperatura ideal siempre está a cero grados.

Reduciendo los costos operativos en....

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Perú: Actual Mecanismo de Control.....	22
Tabla N° 1.2 Perú: Variables Operacionales.....	23
Tabla N° 1.3 Perú: Descripción de Maquinaria y Equipos.....	57
Tabla N° 1.4 Perú: Disponibilidad actual de los Equipos al mes.....	62
Tabla N° 1.5 Perú: Detalle de paradas imprevistas al mes.....	63
Tabla N° 1.6 Perú: Matriz de Priorización.....	70
Tabla N° 1.7 Perú: Tablero de control de Investigación.....	73
Tabla N° 1.8 Perú: Propuesta de solución por cada causa.....	76
Tabla N° 1.9 Perú: Lista de actividades del diseño del Plan de Mantenimiento.....	78
Tabla N° 1.10 Perú: Descripción del puesto de trabajo.....	85
Tabla N° 1.11 Perú: Instrumentos y Equipos de Medición.....	88
Tabla N° 1.12 Perú: Programa de Inspección de Equipos.....	89
Tabla N° 1.13 Perú: Orden de trabajo (OT).....	91
Tabla N° 1.14 Perú: Formato de Inspección de Equipos.....	93
Tabla N° 1.15 Perú: Registro diario de cámaras y componentes.....	94
Tabla N° 1.16 Perú: Programa de capacitación y evaluación.....	96
Tabla N° 1.17 Perú: Programación de Mantenimiento preventivo aplicando un sistema en paralelo.....	101
Tabla N° 1.18 Perú: Disponibilidad con Equipo Nuevo.....	103
Tabla N° 1.19 Perú: Disponibilidad con Equipo Repotenciado.....	103
Tabla N° 1.20 Perú: Disponibilidad Mensual Stand By.....	103
Tabla N° 1.21 Perú: Reporte Packing List.....	105
Tabla N° 1.22 Perú: Inversión de la Propuesta.....	107
Tabla N° 1.23 Perú: Depreciación de Equipos, Maquinaria y Herramientas.....	108
Tabla N° 1.24 Perú: Costos de Implementación PMP y Sist. //.....	109
Tabla N° 1.25 Perú: Flujo de Caja.....	110
Tabla N° 1.26 Perú: Van Egresos e Ingresos.....	111

INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama N° 1.1 Perú: Sistema de Refrigeración actual.....	19
Diagrama N° 1.2 Perú: Proceso de Mantenimiento.....	36
Diagrama N° 1.3 Perú: Proceso de Mantener.....	37
Diagrama N° 1.4 Perú: Evolución de los tipos de Mantenimiento.....	39
Diagrama N° 1.5 Perú: Relación entre MTTR, MTTF & MTBF.....	40
Diagrama N° 1.6 Perú: Funciones del MTTR, MTTF & MTBF.....	41
Diagrama N° 1.7 Perú: Sistema en serie.....	42
Diagrama N° 1.8 Perú: Ejemplo Sistema en paralelo.....	43
Diagrama N° 1.9 Perú: Esquema de funcionamiento y ciclo de las máquinas frigoríficas con compresión mecánica.	48
Diagrama N° 1.10 Perú: Estructura Organizacional de la Empresa.....	58
Diagrama N° 1.11 Perú: Mapa de Procesos.....	59
Diagrama N° 1.12 Perú: Flujograma actual de Mantenimiento.....	61
Diagrama N° 1.13 Perú: Flujo de Procesos.....	66
Diagrama N° 1.14 Perú: Diagrama de Ishikawa.....	69
Diagrama N° 1.15 Perú: Diagrama de Pareto.....	72
Diagrama N° 1.16 Perú: Diagrama de solución de propuesta.	75
Diagrama N° 1.17 Perú: Instrucciones del Fabricante.....	78
Diagrama N° 1.18 Perú: Gant de las actividades del Plan de Mantenimiento.....	80
Diagrama N° 1.19 Perú: Creación del Área de mantenimiento.....	83
Diagrama N° 1.20 Perú: Pasos para la cotización de proveedores.....	87
Diagrama N° 1.21 Perú: Sistema en paralelo – Equipo nuevo y Repotenciado.....	96
Diagrama N° 1.22 Perú: Redundancia en frio.....	98

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1.1 Perú: Volumen de Exportación de Espárrago por días de destino....	15
Gráfico N° 1.2 Perú: Participación de los principales mercados de destino.....	16
Gráfico N° 1.3 Perú: Horas de paradas imprevistas al mes.....	20
Gráfico N° 1.4 Perú: Curva de Mantenimiento Correctivo.....	32
Gráfico N° 1.5 Perú: Curva de Mantenimiento Preventivo.....	33
Gráfico N° 1.6 Perú: Curva de Mantenimiento Predictivo.....	35
Gráfico N° 1.7 Perú: Ciclo de Carnot Invertido.....	46

INDICE DE IMAGENES

Imagen N° 1.1. Perú: Participación de los departamentos del Perú como Productores de Espárrago.....	17
Imagen N° 1.2. Perú: Producción de Espárrago según departamento, 2013.....	18
Imagen N° 1.3. Perú: Dirección de la empresa Inka Gold EIRL.....	54
Imagen N° 1.4. Perú: Descripción del proceso: Empaque de esparrago verde fresco.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1. Perú: Definición de MTBF y MTTR.....	41
Figura N° 1.2. Perú: Equipo Nuevo	98

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPÍGRAFE	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACION.....	iv
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO 1.....	15
GENERALIDADES DE LA INVENSTIGACIÓN.....	15
1.1 Realidad Problemática.....	16
1.2 Formulación del Problema.....	20
1.3 Delimitación de la Investigación.....	20
1.4 Objetivos.....	21
1.4.1 Objetivo General.....	21
1.4.2 Objetivos Específicos.....	21
1.5 Justificación.....	22
1.6 Tipo de Investigación.....	22
1.7 Hipótesis.....	22
1.8 Variables.....	23
1.8.1 Sistema de Variables.....	23
1.8.2 Operacionalización de Variables.....	23
1.9 Diseño de la Investigación.....	24
CAPÍTULO 2.....	25
MARCO REFERENCIAL.....	26
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	26
2.2 Base Teórica.....	29
2.3 Definición de Términos.....	51
CAPÍTULO 3.....	54
DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	55

3.1. Descripción general de la empresa.....	55
3.1.1. Visión y Misión.....	56
3.1.2 Productos.....	56
3.1.3 Clientes.....	57
3.1.4 Proveedores.....	57
3.1.5 Competidores.....	57
3.1.6 Maquinarias y equipos.....	58
3.1.7 Organigrama general.....	59
3.1.8 Mapa de Procesos.....	60
3.2. Descripción del área objeto de estudio.....	61
3.2.1. Diagrama de Proceso.....	67
3.2.2. Análisis del proceso.....	68
3.3. Identificación de problemas e indicadores actuales.....	70
3.3.1. Diagrama de Ishikawa.....	70
3.3.2. Matriz de Priorización.....	72
3.3.3. Pareto (según costos)	73
3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas.....	74
CAPÍTULO 4.....	75
SOLUCION Y PROPUESTA.....	76
4.1. Propuestas de Mejora.....	77
4.1.1 Propuesta de mejora por cada oportunidad de mejora estratégica.....	77
4.2 Propuesta de Implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo.....	78
4.2.1. Ejecución Administrativa.....	82
4.2.2. Ejecución Operacional.....	88
4.2.3. Ejecución de Talento Humano.....	96
4.3 Propuesta de Instalar un Sistema en Paralelo.....	97
4.3.1. Comprar un Equipo Nuevo de Refrigeración.....	97
4.3.2. Repotenciar el Sistema Antiguo.....	98
4.3.3. Verificación del Cumplimiento de la propuesta.....	100
CAPITULO 5.....	104
EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA.....	104

5.1 Pérdidas Económicas.....	105
5.2 Inversión.....	106
5.3 Depreciación.....	107
5.4 Costos.....	108
5.5 Beneficio.....	109
CAPITULO 6.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
6.1 Conclusiones.....	113
6.2 Recomendaciones.....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	115
ANEXOS.....	118

INTRODUCCIÓN

La presente investigación es sobre la Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo con Sistema de Refrigeración en paralelo, para reducir los costos operativos de la empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL, se describe en los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación, se da a conocer la realidad problemática, se formula el problema y objetivos, se plantea la hipótesis y la justificación, el diseño de la investigación, las variables y su operacionalización.

En el Capítulo II, se describen los antecedentes de tesis que sirven como soporte de ayuda a esta elaboración de la investigación y el marco teórico conceptual relacionado con esta.

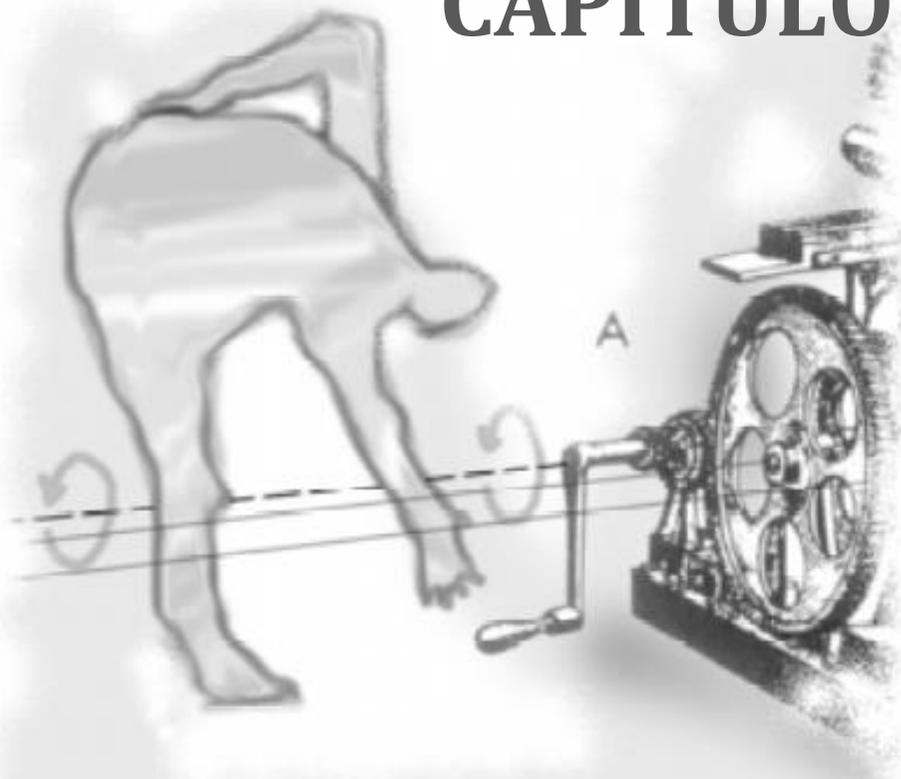
En el Capítulo III, se describe el estudio de la empresa donde se enfoca la investigación, con ello se demuestra el diagnóstico o situacional actual, con la finalidad de identificar el problema causa raíz y sus propuestas de mejora.

En el Capítulo IV, con el diagnóstico situacional ya analizado y con la base teórica de las herramientas que se utilizarán para reducir los costos operativos, se procede a proponer un modelo de mejora para los problemas presentados en la empresa debido al mantenimiento correctivo.

En el Capítulo V, se realiza una evaluación económica y financiera de los resultados de las propuestas implementadas.

En el Capítulo VI, finalmente se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

CAPITULO 1



GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION

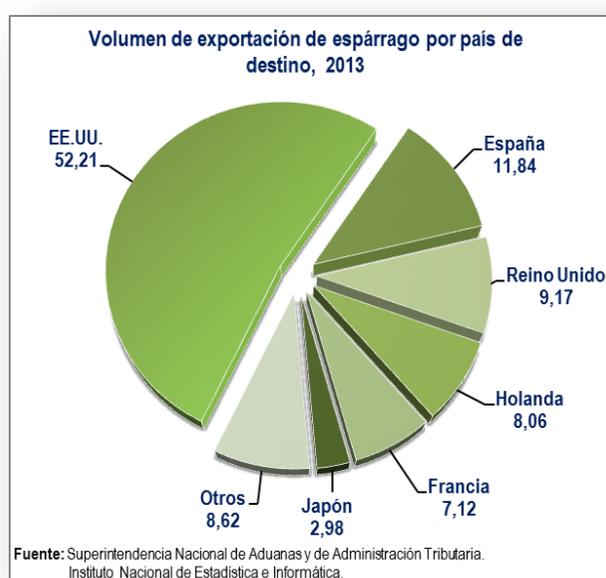
1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad Problemática

Este sector agroindustrial está creciendo a una tasa que llama la atención en los países que compiten con nosotros y lo hace en un momento en que todos los mercados están sobre abastecidos. Es pues, evidente, que ese crecimiento está ocurriendo por el desplazamiento de otros países productores que no pueden ofrecer la calidad de nuestros productos; como destacan: el café, cuyas variedades han venido mejorando año tras año; el espárrago, del cual somos el primer exportador mundial; la paprika, del que también somos ya los primeros; las conservas de alcachofa, la uva, el pimiento piquillo, la palta, la nuez del Brasil, la manteca de cacao y muchos productos más, que crecen rápidamente. Los principales mercados de destino del sector agroindustrial son: Estados Unidos, España y Alemania, en el 2013, el principal mercado de destino del espárrago peruano fue Estados Unidos de América (52,2%), seguido de España con 11,8% y Reino Unido con 9,2% del total exportado.

En el periodo enero-julio de 2014, Estados Unidos de América se mantuvo como el principal comprador de este producto con el 41,8% del total exportado. (Fuente: INEI) [URL 01].

Gráfico N 1.1. Perú: Volumen de exportación de espárrago por país de destino



Fuente: [URL 01].

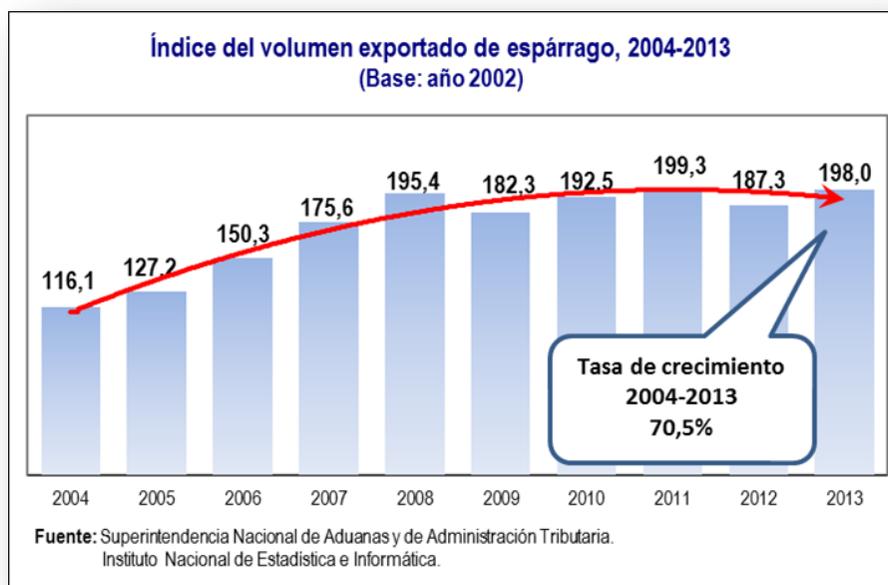
El Perú produce espárrago durante todo el año. Otra ventaja importante es que la mayor cantidad de espárragos verdes se produce en la campaña de agosto/septiembre a diciembre/enero, lo que nos favorece, pues la mayor cantidad de espárragos que exportamos a Europa son los procesados y estos se generan principalmente de los espárragos verdes. Las exportaciones peruanas de espárragos frescos alcanzaron los 213 millones de dólares durante el primer semestre del 2014, mostrando una caída de 13 por ciento respecto al primer semestre del 2013.

“La caída de las exportaciones de espárrago fresco durante el primer semestre del 2014 se explica por una caída del precio promedio de exportación de 17 por ciento a 2.49 dólares el kilogramo, mientras que en el 2013 se obtuvo un precio de 2.94 dólares, mayor en 14 por ciento” [URL 02].

El Instituto Nacional de Estadística e Informática informó que entre los años 2004 - 2013, el índice del volumen exportado de espárrago creció en 70,5%, lo que equivale a una tasa promedio 6,1 % anual.

El índice más alto se registró en el 2011 (199,3), seguido del año 2013 (198,0). [URL 01].

Gráfico N° 1.2. Perú: Participación de los principales mercados de destino

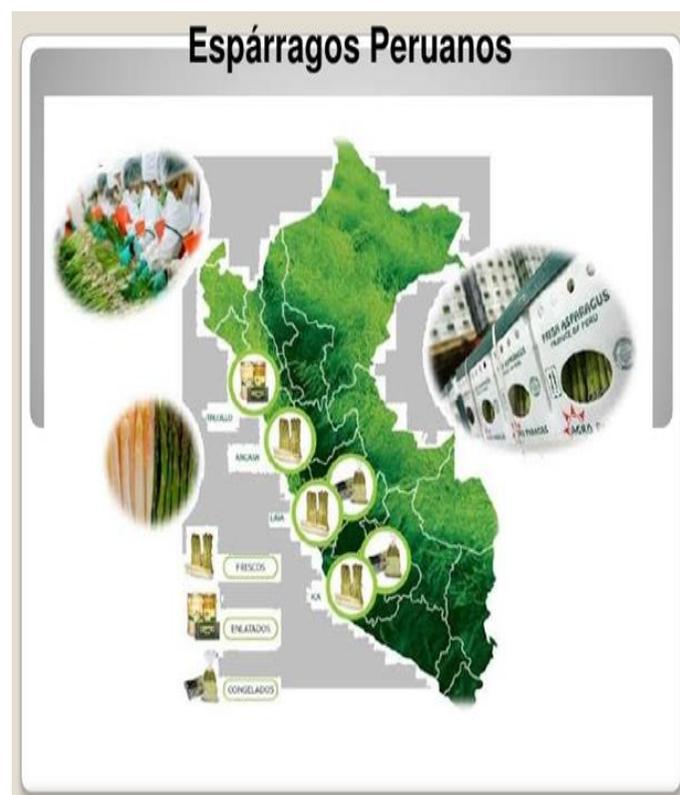


Fuente: [URL 01].

La producción de espárragos en el Perú, está concentrada en cuatro regiones de la Costa, como son la Libertad, Ancash, Ica y Lima, siendo la región de la Libertad la que lidera la producción nacional.

Actualmente los valles de La Libertad ubicados en el Norte y los de Ica en la zona sur, son las dos principales zonas de producción de espárragos en el Perú. Ambas, tienen condiciones naturales privilegiadas que combinadas con la tecnología y cualidades empresariales han convertido al Perú en el más grande exportador de espárrago del mundo (en sus tres presentaciones). [URL 03]

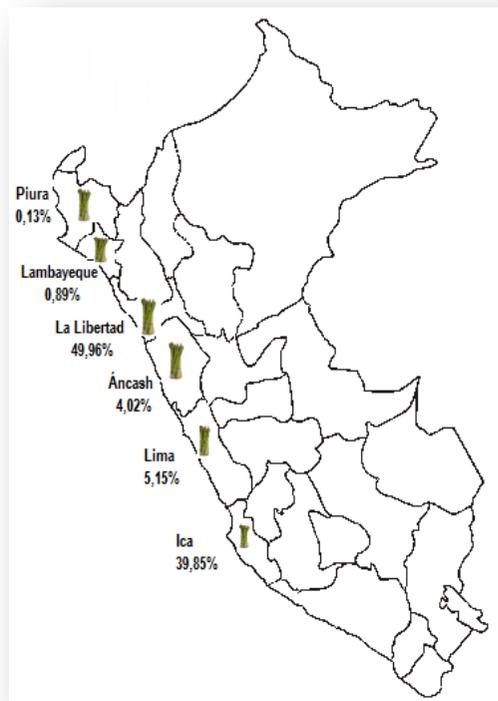
Imagen N° 1.1. Perú: Participación de los departamentos del Perú como Productores de Espárrago.



Fuente: [URL 03]

En el año 2013, los principales departamentos productores de espárrago fueron La Libertad (49,96%) e Ica (39,85%) al contribuir con el 89,8% a la producción total.

Imagen N° 1.2. Perú: Producción de Espárrago según departamento, 2013.



**Producción de espárrago
según departamento, 2013
(Toneladas métricas)**

Departamento	Producción
Total	383 144
La Libertad	191 399
Ica	152 682
Lima	19 739
Áncash	15 414
Lambayeque	3 420
Piura	490

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego.

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego

Agroindustrias Inka Gold EIRL es una empresa privada agro exportadora dedicada al procesamiento y comercialización de espárrago verde fresco.

El número de colaboradores, va de 55 a 92 dependiendo del tipo de campaña, baja (12-17 pallets/día) u alta de (18 a 24 pallets/día). Los colaboradores trabajan jornadas de 8 a 12 horas diarias, las instalaciones de la empresa abarcaran un área construida de 1063.89 m².

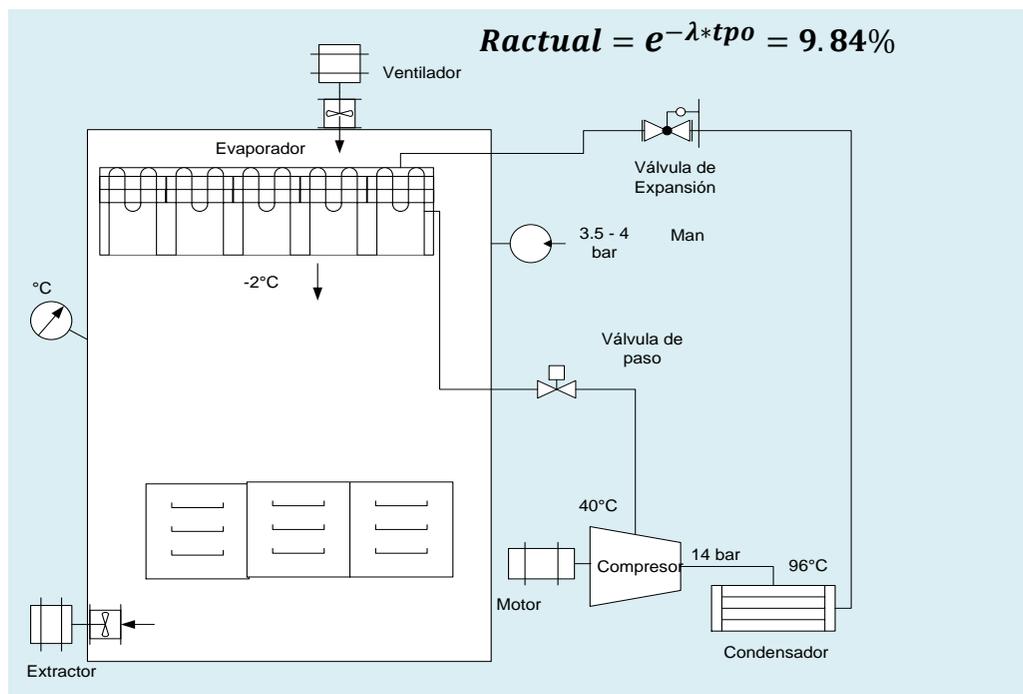
La empresa empacadora de espárrago verde fresco, también presta servicio de maquila a otras empresas; tiene una participación en la industria alimenticia, exportando espárrago fresco, desde el año 2003. Durante todo este periodo de trabajo, la empresa ha sufrido muchos cambios en su infraestructura, principalmente la modificación en las áreas de producto terminado, así como el incremento de equipos del área de refrigeración, para poder cubrir la demanda que existe en el mercado internacional. Así mismo, la obtención de diferentes certificaciones acorde a las exigencias establecidas en este tipo de plantas.

El proceso de empaque de espárrago verde fresco de Inka Gold E.I.R.L es de la siguiente manera (en etapas): Recepción, lavado, desinfección, Clasificación, Empacado, Hidroenfriado, almacenamiento de producto terminado y Despacho.

Con respecto a las instalaciones y los equipos, una parte de los equipos aproximadamente un 60% se encuentran funcionando en la empresa, desde sus inicios, los equipos con los que la empresa trabaja, son de segunda mano, y están destinados al área de producto terminado. El presente trabajo se centra con mayor atención en el área de refrigeración, puesto que el espárrago debe tener a una temperatura ideal de almacenamiento y que ésta perdure en conservación hasta llegar a su destino final de exportación, no infiriendo en la calidad del producto y en el grado de satisfacción del cliente.

El Sistema de Refrigeración actual, en el caso de los compresores y evaporadores, por su gran tiempo de uso y las reparaciones constantes que se han realizado a través del tiempo, utilizando solo mantenimiento correctivo, se encuentran algo deteriorados pero operativos y funcionando en la actualidad con un grado de confiabilidad de 9.84% (Figura N°1.5) Por ello se ha realizado un análisis de paradas imprevistas recopiladas de forma empírica de los trabajadores, puesto que la empresa no cuenta con un área de mantenimiento, y esto nos da como una alarma de fallo total, una disponibilidad del 97%, debido a al MTTR encontrado en la investigación Anexo 01-“MTTR actual.

Diagrama N° 1.1. Perú: Sistema de refrigeración actual



Fuente: Elaboración Propia

El mantenimiento actual en la empresa está caracterizado por la búsqueda continua de tareas, que permitan eliminar o disminuir la ocurrencia de fallas imprevistas y/o reparaciones (paradas forzosas que pueden ser de 20 minutos como hasta de 3 horas dependiendo del problema) En el Gráfico N°1.1, se muestra las horas de paradas imprevistas, es decir que las reparaciones y/o mantenimiento correctivo que se hace cada vez que se malogra algún equipo o maquinaria, ver Anexo 01-“MTTR actual”. En su gran mayoría, los trabajos que se ejecutan, son sólo reparaciones menores o locativas pendientes a recuperar la operatividad de los equipos, dado que la empresa no cuenta con área de mantenimiento, entonces no existe personal a cargo del mantenimiento, no cuenta con un cronograma de actividades, ni un plan de mantenimiento y no existe registros de los mantenimientos correctivos realizados, es por ello que se ve la necesidad de enfocar este proyecto a la implementación de una gestión de mantenimiento en la empresa, puesto que la producción es constante no para, el estado de las cámaras de refrigeración de producto terminado debe estar al 100% operativas para cumplir con la demanda diaria que el cliente exige.

Gráfico N° 1.3. Perú: Horas de paradas/mes



Fuente: Elaboración Propia

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el Impacto de Implementar un Plan de mantenimiento preventivo, instalando un sistema de refrigeración en paralelo, en los costos operativos de la Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL?

1.3 Delimitación de la Investigación

- a. **De espacio o territorio:** El desarrollo de esta investigación tuvo origen en la Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL.
- b. **Población:** La investigación se realizó en la Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL y afecto de manera directa al personal relacionado con el Mantenimiento de Cámaras de Frío.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar la reducción de los costos operativos de la Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL, implementando un Plan de Mantenimiento Preventivo e instalando un sistema de refrigeración en Paralelo, en el proceso productivo de Espárrago Verde Fresco.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Hacer el diagnóstico actual de la empresa, hallando su disponibilidad y el grado de confiabilidad actual de los equipos de refrigeración, del área de producto terminado de la empresa agroindustrial Inka Gold E.I.R.L
- Elaborar un Plan de Mantenimiento Preventivo con técnicas predictivas básicas.
- Instalar un Sistema paralelo de refrigeración.
- Establecer la disponibilidad y el grado de confiabilidad actual de los equipos de refrigeración, después de haber instalado el sistema en paralelo.
- Evaluar económicamente la propuesta.

1.5 Justificación

Inka Gold E.I.R.L, procesa y empaca espárrago fresco todo el año, debido a esto es necesario garantizar disponibilidad y el grado de confiabilidad de los equipos

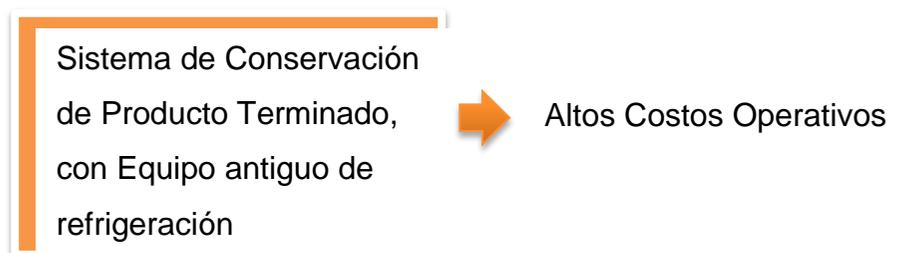
de refrigeración, para así poder garantizar que el producto tenga una temperatura ideal para ser exportado y que la cámara de almacenamiento de producto terminado, tenga el calor del sistema refrigerante ideal para la carga, es decir el calor de la carga debe ser menor al calor del sistema de refrigeración, evitando así interferencias imprevistas, paradas forzadas, retrasos en los envíos, carga no completada e incremento de horas laborales.

La etapa de Hidroenfriado y almacenamiento de producto terminado es la más importante en todo el proceso productivo y ya que no existe otra manera de preservar el producto, es necesario el cuidado y mantenimiento efectivo de los equipos relacionados con este proceso, para así evitar retrasos, daño parcial o total de algún equipo, daño del producto el más importantes, que conlleven al incumpliendo de los programas de despachos.

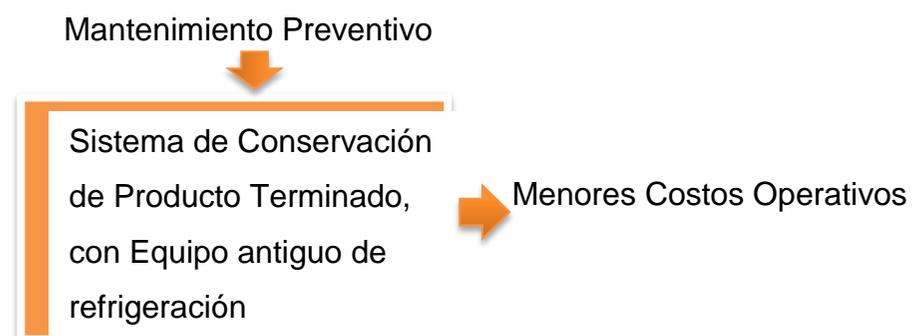
Con este estudio se pretende disminuir los costos operativos de la empresa, implementaremos un Sistema de Mantenimiento Preventivo atacando la causa raíz, e instalaremos un sistema nuevo de refrigeración en paralelo, generando así la mejora continua y todo esto será complementado con la información proporcionada por Gerente de la empresa.

Diagrama N° 1.2. Perú: Sistema Actual y Proyectado de Mantenimiento.

Actual:



Proyectado:



Esta tesis permitirá que la Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL, pueda comparar las ventajas de mejoras que se logran con la implementación del Plan de mantenimiento preventivo y su sistema actual de mecanismo de control nuevo, versus operar solamente con una filosofía de realizar reparaciones o mantenimientos correctivo, sin un programa anual de soporte y con un mecanismo de control actual, como se muestra en la Tabla N°1.1 en base a ejecutar actividades por parada o fallas en los equipos.

Tabla N° 1.1. Perú: Actual Mecanismo de Control

Tcalendario:	720	Horas /mes	
Producción:	720	Horas / mes	[No ∃ tpo. Para Mtto. Preventivo]
Tpo. De parada:	Σ Tpos. Fallas / mes = 22horas		

1.6 Tipo de Investigación

Fuente: Elaboración Propia

Aplicada:

Investigación aplicada: Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad.

1.7 Hipótesis

La propuesta de implementar un programa de Mantenimiento Preventivo e instalando un sistema de refrigeración en paralelo, reducirá los costos operativos de la Empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL.

1.8 Variables

1.8.1 Sistema de Variables

A. Variables Independientes:

Programa de Mantenimiento Preventivo (Horas/mes).

B. Variables Dependiente:

Costos operativos (Ns. / año)

1.8.2 Operacionalización de Variables

Tabla N° 1.2. Perú: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Variable
Plan de Mantenimiento Preventivo, instalando un sistema en paralelo.	Describe las tareas completas de mantenimiento programadas, la frecuencia con que han de efectuarse y los procedimientos conexos.	Tiempo reducido de de paradas inesperadas en la implementación del programa de mantenimiento preventivo.	Disponibilidad $D = \frac{\text{Tiemp. Disp}}{\text{Tiemp. Calen}}$ Confiabilidad $e^{-\lambda * tpo}$ Tiempo medio de reparación: $MTTR$	Independiente
Costos operativos	Gastos que surgen de las actividades de mantenimiento preventivo.	Porcentaje de gastos disminuidos con el programa de mantenimiento preventivo.	Costos Operativos $C. Opert. = \frac{CMT}{CT}$	Dependiente

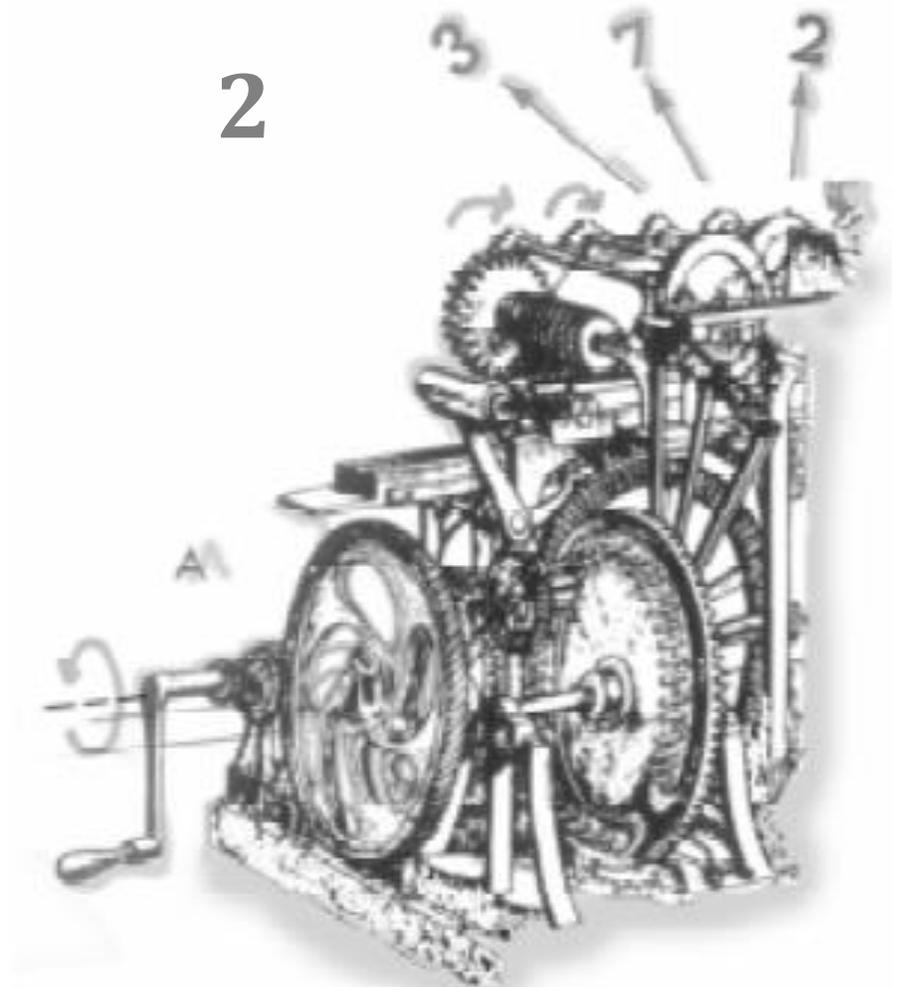
Fuente: Elaboración Propia

1.8 Diseño de la Investigación

La presente investigación está enmarcada en una investigación de campo con base en una revisión documental, por cuanto el investigador indagó en el propio lugar de ocurrencia del fenómeno estudiado, para luego analizar sistemáticamente el problema, describirlo, explicar sus causas y sus efectos.

CAPÍTULO

2



MARCO REFERENCIAL

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

Se revisó bibliografía en la cual se encontró antecedentes

2.1.1 Antecedentes de Investigación (LOCAL)

- a. **Título:** “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA LUBRICACION QUE PERMITA MEJORAR LA CONFIABILIDAD DE LAS MAQUINARIAS EN LA PLANTA MERRILL CROWE DE MINERA COIMOLACHE S.A.”
- b. **Autor:** Daniel Castillo Félix, Oscar Cieza Castañeda
- c. **Lugar:** Cajamarca **Año:** 2013
- d. **Institución:** Universidad Privada Del Norte
- e. **Resumen:** El proyecto de investigación se enmarca dentro de los conceptos del mantenimiento preventivo, fundamentalmente dentro del sistema de lubricación.

La empresa en estudio es Minera Coimolache S.A., empresa minera peruana que inicia sus actividades en el año 1995, y que se dedica a la extracción de oro en el Perú, está conformada por tres socios: Compañía de minas Buenaventura, Southern Perú Corporation y Espro.

Con la base teórica adquirida en mantenimiento, se realizó un diagnóstico de la gestión actual del sistema de lubricación encontrando estos problemas: temperaturas de funcionamiento elevadas, fugas de lubricante, lubricante inadecuado y tiempo de demora para realizar las tareas de lubricación. Dentro de las principales causas de los problemas del sistema de lubricación actual se encontraron: Gestión de la lubricación, Infraestructura, Método y Entrenamiento.

Para ello se han planteado las siguientes propuestas de mejora: estandarización y consolidación de lubricantes, almacenamiento y manejo de lubricantes, control de la contaminación, educación y entrenamiento del personal, prácticas de lubricación y re-lubricación, procedimientos y guías de lubricación.

f. Conclusiones:

- Mediante la implementación de nuestro sistema se mejoró la confiabilidad de la maquinaria 0.5 a 0.83.
- Mediante la mejora de los nuevos procedimientos, reducimos el tiempo de cambio de aceite en 54.98% y el re-engrase en 50.38%.
- En base a una adecuada selección de lubricante, logramos reducir la temperatura de funcionamiento de la maquinaria a valores permisibles, en promedio 35%.
- Mediante la implementación de nuestro sistema disminuimos las fugas de lubricante en un promedio de 25%.
- De acuerdo a nuestros indicadores económicos concluimos que nuestro proyecto de la implementación de nuestro sistema es viable en el tiempo con un Valor Actual de S/. 861,019.36 Valor Neto Actual (VAN) S/. 748,784.18, una Tasa Interno de Retorno (TIR) 185% y un Índice de Rentabilidad (IR) 7.67.

(Daniel Castillo Félix, Oscar Cieza Castañeda – 2013)

2.1.2 Antecedentes de la Investigación (NACIONAL)

- a. Título:** PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ALIMENTOS DE CONSUMO MASIVO.
- b. Autor:** Br. Alvites García Mario
- c. Resumen** Concluyó “El mantenimiento correctivo en función al mantenimiento preventivo genera mayor gasto, por lo que el implementar el mantenimiento preventivo en la gestión del mantenimiento trae como consecuencia la disminución de los gastos de mantenimiento y la disminución sostenida de los gastos, llegando a veces hasta un 30%.”

2.1.3 Antecedentes de la Investigación (INTERNACIONAL)

- a. Título:** “IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FÁBRICA NACIONAL DE CEMENTOS, DIVISIÓN CONCRETOS Y AGREGADOS”
- b. Autor:** José Manuel Arapé García.
- c. Lugar:** Venezuela **Año:** Octubre 2009.

d. Institución: UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

e. Resumen: El presente trabajo tiene como objetivo el diseño y la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo en Fábrica Nacional de Cementos, División Concretos y Agregados. Para poder cumplir con los objetivos planteados se realizó un reconocimiento de la planta de concreto en San Antonio, El Valle, y el levantamiento de la información de los equipos móviles de la zona metropolitana. Se diseñaron los planes de mantenimiento de planta y equipos móviles, al igual que los respectivos formatos. Se designó el personal encargado de cumplir con el mantenimiento de planta, y se llevó seguimiento y control sobre el plan de mantenimiento preventivo en los vehículos de la empresa. Por último, se realizaron ajustes en los formatos elaborados y se creó una base de datos digital con las características de los equipos móviles y las actividades de mantenimiento aplicadas en estos.

f. Conclusiones

- Se implementó un sistema de mantenimiento preventivo en la empresa C.A. Fábrica Nacional de Cementos S.A.C.A., División Concretos y Agregados. Caso: Zona Metropolitana.
- Se planificaron y diseñaron formatos de mantenimiento preventivo para los equipos móviles de la zona metropolitana, y la planta ubicada en San Antonio, El Valle.
- Se desarrolló una base de datos que permite el registro y control de los mantenimientos realizados a equipos móviles. Se actualizaron los registros existentes con el fin de diagnosticar la situación actual de los equipos.

(José Manuel Arapé García -2009)

2.2 Base Teórica

2.2.1 Definición de Mantenimiento

A pesar de que un sistema sea funcional al comienzo de su vida operativa, todo usuario es consciente de que durante esta se producirán unos cambios irreversibles.

Estos cambios son el resultado de procesos tales como: corrosión, abrasión, distorsión, sobrecalentamientos, fatiga, difusión de un material en otro, etc.; los cuales producen una modificación en sus características de actuación. La desviación de esas características respecto a los valores especificados se considera una falla del sistema.

El proceso de mantenimiento se define como el conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionalidad del sistema durante su vida operativa. [Texto 01].

a. Indicadores de Mantenimiento

Para gestionar el mantenimiento se necesita de índices con los cuales se monitorean el buen desempeño de las actividades del mantenimiento en la empresa, los indicadores están divididos en tres grupos principales, indicadores de gestión, indicadores de mano de obra y los indicadores de costos.

1. Disponibilidad (A)

$$\text{Indicador de disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}).$$

2. Indicador Tiempo Promedio Entre Fallas (TPEF o MTBF)

MTBF: Mean Time between failures (Tiempo medio entre fallas), es el tiempo promedio que un equipo, maquina línea o planta cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional.

$$\text{Indicador de confiabilidad} = \text{TTO} / \text{SUMA} (\text{TB1} + \text{TB2} + \text{TBFN})$$

Donde:

TOO: Tiempo total de operación

TBF: Tiempo entre fallas.

3. Tiempo Promedio para Reparación (TPPR o MTTR)

MTTR: Mean time to restore (Tiempo medio para restaurar). Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional.

Indicador de mantenibilidad = TTR / NF .



Dónde:

TTR: Tiempo total empleado para restaurar la operación después de cada falla.

NF: Número de fallas.

4. Indicador de Costos

Indicador de costos = $\text{costo de mantenimiento} / \text{utilidad}$.



Nos resulta dividir los costos que se ha involucrado el tener un equipo operativo entre la utilidad que ha generado el tener alquilado los equipos.

2.2.2 La Administración y el Mantenimiento

Recordemos que el mantenimiento integra un conjunto de actividades que son el reflejo práctico de las estrategias elegidas para conservar los equipos en las mejores condiciones de funcionamiento y lograr los mejores índices de desempeño en la gestión de mantenimiento.

La gestión eficiente del mantenimiento, como todo proceso que involucra el manejo de recursos, requiere que estos sean administrados adecuadamente, para lograr los objetivos que desea alcanzar la organización. [Texto 03].

2.2.2 Mantenimiento Industrial

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos, sobre las mejoras introducidas al terreno y sobre cualquier otro tipo de bien productivo.

El objetivo final del mantenimiento industrial se puede sintetizar en los siguientes puntos:

Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes como:

- Disminuir la gravedad de los fallos, que se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos. [Texto 03].

2.2.3 Tipos de Mantenimiento

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos, etc.

Los tipos de mantenimiento que se van a estudiar son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo total (Tpm)

a. Mantenimiento correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos, que se realiza cuando aparece el fallo.

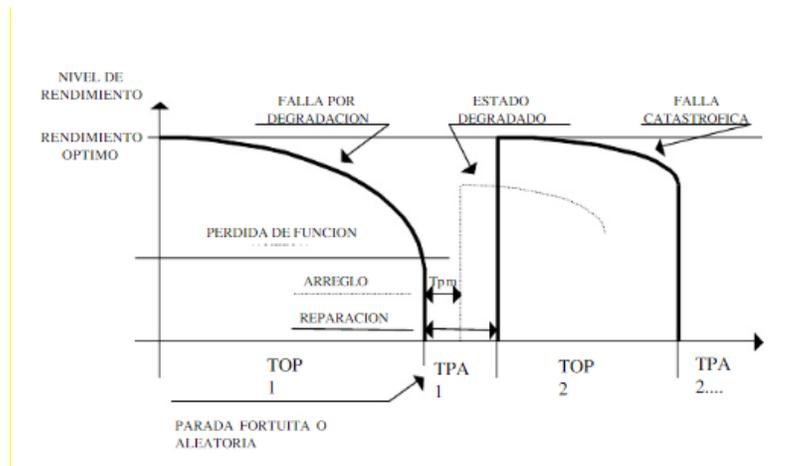
Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia. [Texto 03].

Mantenimiento correctivo es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en éste caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan.

A continuación veremos la curva que tiene este tipo de mantenimiento respecto de las fallas. [Texto 04].

Gráfico N° 1.4. Perú: Curva de mantenimiento correctivo.



Fuente y Elaboración: [Texto 04].

b. Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible. [Texto 03]

Cualquiera que sea el nivel de mantenimiento preventivo aplicado, subsistirán inexorablemente fallas residuales de carácter aleatorio.

Y en forma general, reduciendo los imprevistos o fortuitos, se mejora el clima en cuanto a las relaciones humanas, porque sabemos que cuando sucede algún problema, se crea una tensión a nivel de personas.

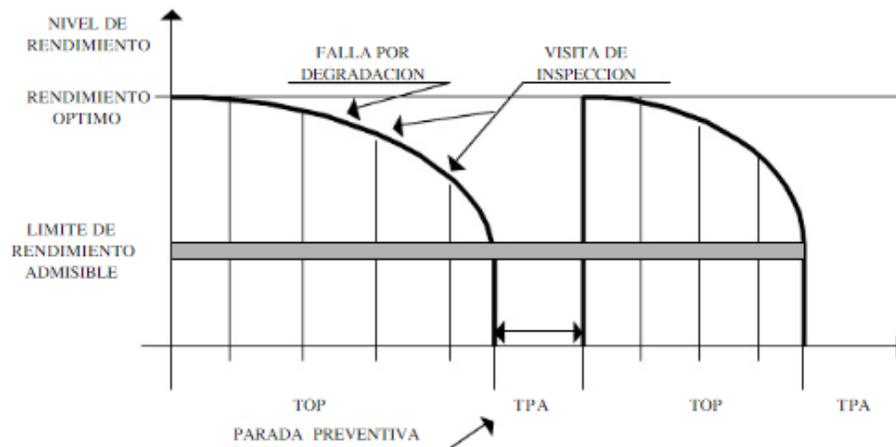
Se debe implementar una política de mantenimiento preventivo eficaz, es decir, no se puede hacer el preventivo sin un servicio de métodos que cuantificará el costo directo del mantenimiento, que a su vez nos permita:

- La gestión de documentación técnica.
- Preparar intervenciones preventivas.
- Acordar con producción paradas programadas

Es decir, todas las condiciones necesarias para el mantenimiento preventivo.

A continuación veremos la curva que tiene este tipo de mantenimiento respecto de las fallas. [Texto 04]

Gráfico N° 1.5. Perú: Curva de mantenimiento preventivo.



Fuente y Elaboración: [Texto 04]

- **Mantenimiento no efectuado:** si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

c. **Mantenimiento predictivo**

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnóstico continuo (monitorización) de un sistema, que permiten una intervención correctora inmediata como consecuencia de la detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de los fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, bien a simple vista, o bien mediante la monitorización, es decir, mediante la elección, medición y de algunos parámetros relevantes que representen el buen funcionamiento del equipo analizado.

En otras palabras, con este método, tratamos de seguir la evolución de los futuros fallos.

Este sistema tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de la característica en análisis, sumamente útil ante fallos repetitivos; puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones de la mano de obra en mantenimiento. [Texto 03]

La inspección de los parámetros se puede realizar de forma periódica o de forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, los tipos de fallos a diagnosticar y la inversión que se quiera realizar. A continuación veremos la curva que tiene este tipo de mantenimiento respecto de las fallas.

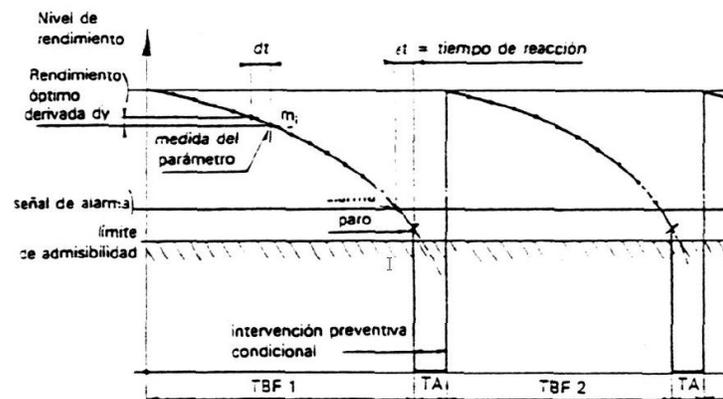
Ventajas del mantenimiento predictivo:

- Reduce el tiempo de parada al conocerse exactamente que órgano es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Requiere una plantilla de mantenimiento más reducida.
- La verificación del estado de la maquinaria, tanto realizada de forma periódica como de forma accidental, permite confeccionar un archivo histórico del comportamiento mecánico y operacional muy útil en estos casos.

Permite conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.

- Permite la toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Por último garantiza la confección de formas internas de funcionamientos o compras de nuevos equipos. [Texto 04]

Gráfico N° 1.6. Perú: Curva de mantenimiento preventivo predictivo



Fuente y Elaboración: [Texto 04]

d. Mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance TPM)

Este sistema está basado en la concepción japonesa del "Mantenimiento al primer nivel", en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento como: reglaje, inspección, sustitución de pequeñas cosas, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan hacer mejor y con mayor conocimiento de causa.

- Mantenimiento: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- Productivo: Está enfocado a aumentar la productividad
- Total: Implica a la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento) [Texto 03]

2.3.1 Proceso de Mantenimiento

Un Sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El proceso del mantenimiento está en tener los recursos necesarios disponibles y alcanzar un nivel de eficacia deseado considerando lo siguiente:

- Demanda de Mantenimiento (que trabajos tienen que hacerse y cuando)
- Recursos para Mantenimiento(quien hará el trabajo y que materiales y herramientas necesitan)
- Procedimientos y medios para programar, despachar y ejecutar el trabajo.
- Normas de rendimiento y calidad
- Retroalimentación, monitoreo y control [Texto 04]

Diagrama N° 1.3. Perú: Proceso de Mantenimiento



Fuente: [Texto 04]

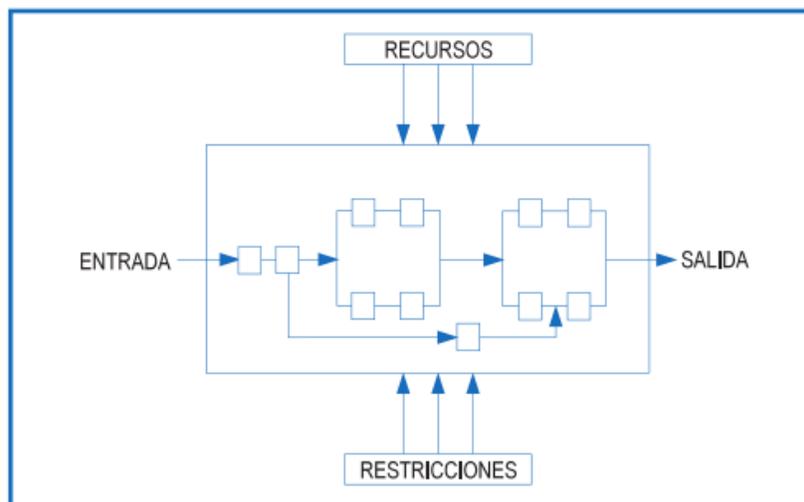
Hay una multitud de sistemas creados por el hombre cuya funcionabilidad debe ser conservada por el usuario a lo largo de su utilización.

El proceso durante el que se mantiene la capacidad del sistema para realizar una función, es conocido como proceso de mantenimiento, y se define como:

- El conjunto de tareas de mantenimiento realizadas por el usuario para mantener la funcionabilidad del sistema durante su vida operativa.

Por tanto, la entrada para el proceso de mantenimiento está constituida por la funcionabilidad de cualquier sistema humano, que deba ser conservada por el usuario, mientras que la salida del proceso consiste en el sistema funcional, como se muestra en el diagrama N° 1.2. [Texto 05]

Diagrama N° 1.4. Perú: Proceso de Mantener



Fuente: [Texto 05]

2.3.2 Mantenimiento centrado en la Confiabilidad

Anthony Smith define el RCM (Reliability Centered Maintenance) como una filosofía de gestión de mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los equipos pertenecientes a este sistema.

La clave de esta metodología es reconocer que el objetivo del mantenimiento es asegurar que los equipos cumplan sus funciones de forma eficiente en

el contexto operacional; es decir se debe mantener el valor estándar de funcionamiento deseado asociado a su capacidad o confiabilidad inherente. Confiabilidad operacional es la capacidad de un equipo para cumplir el propósito que se espera de él, dentro de los límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

En un programa de optimización de la confiabilidad operacional de un sistema, es necesario el análisis de los siguientes parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos.

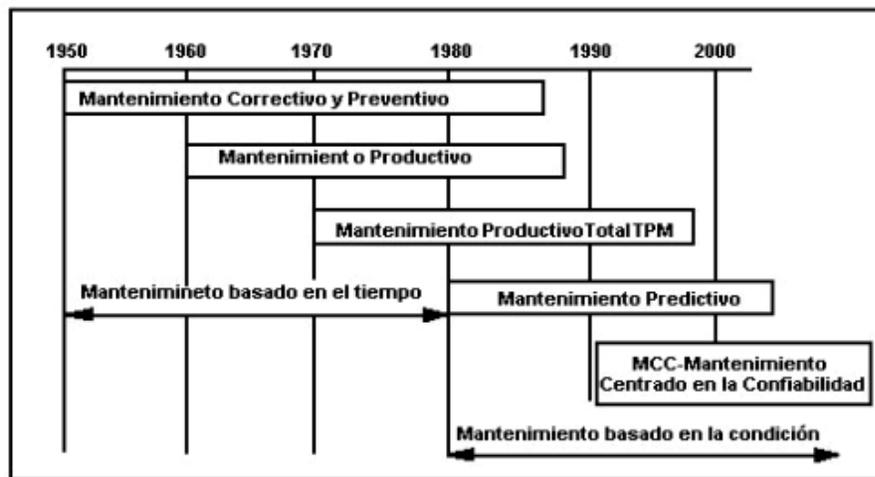
La metodología del RCM propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento en un contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas [Texto 06].

- ¿Cuál es la función del activo? (funciones y criterios de funcionamiento)
- ¿De qué manera puede fallar? (fallos funcionales)
- ¿Qué origina la falla? (modos de falla)
- ¿Qué sucede cuando hay falla? (efecto de los fallos)
- ¿Qué ocurre si falla? (consecuencia de los fallos)
- ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla? (tareas preventivas)
- ¿Qué pasa si no se puede prevenir la falla? (tareas “a falta de”)

a. Criterio de Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas. [Texto 06].

Diagrama N° 1.5. Perú: Proceso de Mantenimiento Evolución de los tipos de Mantenimiento



Fuente: [Texto 06]

b. Criterio de Disponibilidad

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo.

Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a

disminuir el costo total del ciclo de vida. [URL 02].

La disponibilidad es la probabilidad de un sistema de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido.

Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento.

Suponiendo que la tasa de fallos y la tasa de reparación son constantes:

- Tasa de fallos = λ (t) = λ
- Tasa de reparación = μ (t) = μ

Entonces:

MTBF = $1 / \lambda$ (Tiempo medio entre fallos)

MTTR = $1 / \mu$ (Tiempo medio de reparación)

A (Availability): Disponibilidad del sistema

Diagrama N° 1.6. Perú: Relación entre MTTR, MTTF y MTBF

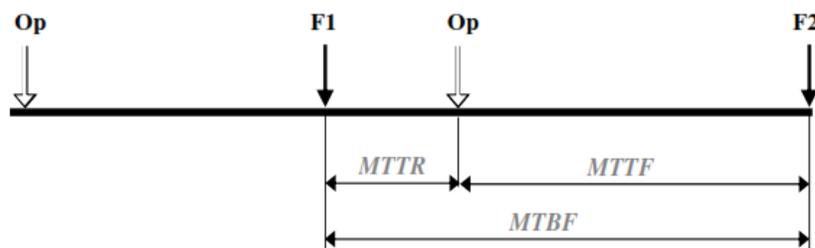


Figura 7. Relación entre el tiempo medio de reparación (MTTR), tiempo medio hasta la avería (MTTF) y tiempo medio de reparación (MTBF)

MTTR: Tiempo medio de reparación:

Indica el tiempo medio que se necesita para reparar un sistema.

Su valor se calcula experimentalmente inyectando fallos y calculando el t de

Se expresa mediante una tasa de reparación μ que es el número medio de recuperación. Reparaciones por u.t.

MTTR=1/ μ En horas

La reparación requiere: desmontar, diagnosis, cambiar componente, comprobar, montar la diagnosis gasta el 80% del tiempo.



Fuente: Monografías

MTBF: Tiempo medio entre fallos

Es el tiempo medio que transcurre entre dos averías consecutivas de un sistema.

Para calcularlo se tiene que tener en cuenta el tiempo necesario para reparar el sistema y volver a ponerlo en funcionamiento

Se aplica únicamente a sistemas reparables.

Considerando que al reparar un sistema este queda como nuevo (en las mismas condiciones que cuando se puso en funcionamiento por primera vez), existe una relación entre MTTF, MTTR y MTBF: [Texto 07].

Diagrama N° 1.7. Perú: Funciones del MTTR, MTTF y MTBF

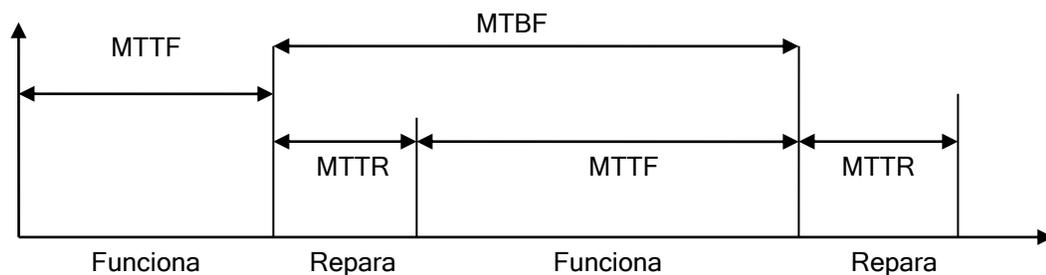
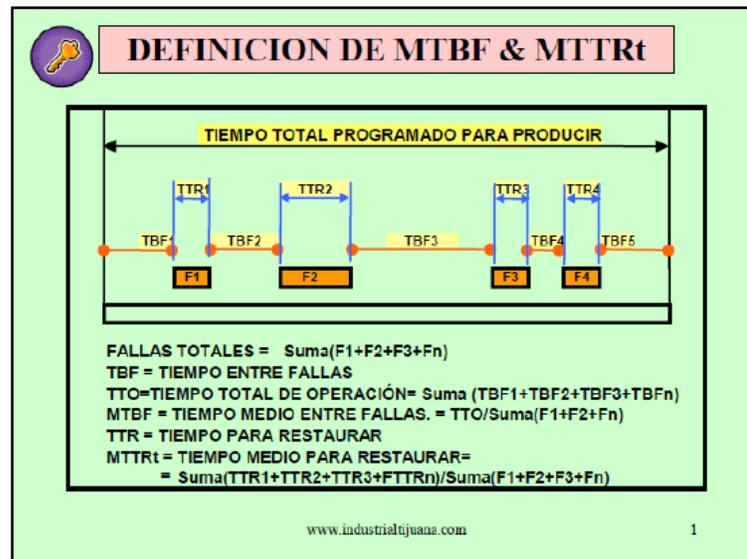


Figura N° 1.1. Perú: Definición de MTBF & MTTRt



a. El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad.

El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad, es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, ellas están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial. [URL 01].

b. Fiabilidad de sistemas

El problema básico de la fiabilidad de sistemas consiste en el cálculo de la fiabilidad $R(t)$.

A continuación se desarrollan las configuraciones básicas más usuales con la que se suelen encontrar distribuidos los componentes en un sistema:

- **Sistemas en serie:** Se denomina sistema en serie a aquél por el cual el fallo del sistema equivale al de un solo componente, es decir, el sistema funciona sí todos los componentes funcionan correctamente.

Diagrama N° 1.8. Perú: Sistema en serie

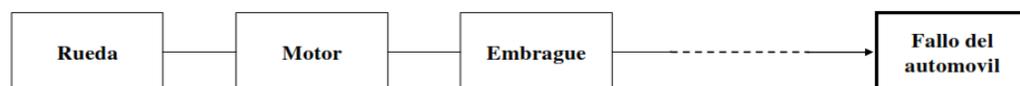


Figura 4. Ejemplo clásico de un sistema en serie. Caso sencillo de un automóvil

Para “n” componentes en serie la fiabilidad del sistema será:

$$R(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

En una configuración en serie, la fiabilidad se puede aumentar mediante:
 Reducción del número de componentes.

Elección de componentes con una tasa de fallos baja, o lo que es lo mismo, con una fiabilidad elevada.

Aplicación a los componentes de unos esfuerzos adecuados

•**Sistemas en paralelo:** Un sistema en paralelo se caracteriza porque el sistema falla si todos los componentes fallan en su operación. Siendo la probabilidad de que se presente este evento el producto de probabilidades de los eventos componentes, se deriva que no su fiabilidad es el producto de las no fiabilidades de sus componentes, o sea:

$$F(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot \dots \cdot F_n(t)$$

Y de aquí resulta:

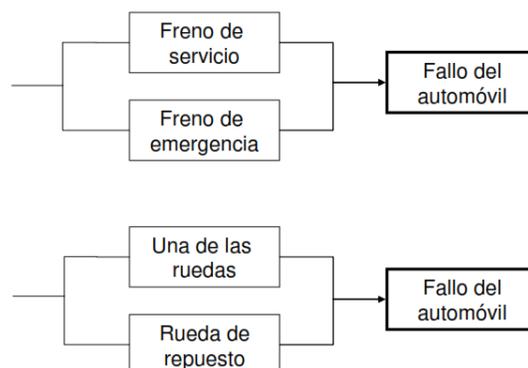
$$R(t) = 1 - F(t)$$

Luego la fiabilidad del sistema es:

$$R(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i(t))$$

De esta expresión se deducen una gran cantidad de casos particulares.

Diagrama N° 1.9. Perú: Ejemplo de sistema en paralelo. Fallo en el automóvil



La característica inherente al modelo paralelo se llama redundancia: Es decir existe más de un componente para desempeñar una función dada. La redundancia puede ser de dos clases:

- **Redundancia activa.**- En este caso, todos los elementos redundantes están activos simultáneamente durante la misión.
- **Redundancia secuencial** (llamada también stand-by o pasiva).- En esta ocasión, el elemento redundante sólo entra en juego cuando se le da la orden como consecuencia del fallo del elemento primario. [Texto 03].

2.3.3 Mantenimiento y Sistema de Refrigeración:

A. Consideraciones generales

El frío ha alcanzado en los últimos años un rol muy importante en la industria y la economía nacional. Así, es utilizado en la industria alimentaria, en la industria química para la intensificación de unos procesos de reacción, en aviación y la tecnología de construcción de máquinas, en transportes en construcciones subterráneas (por congelamiento del suelo), en instalaciones de climatización, etc.

Un cuerpo se considera frío cuando su temperatura es menor que la temperatura del medio ambiente, t . para enfriar un cuerpo y mantenerlo a una temperatura es necesario que la ceda al medio ambiente, calor. Pero, en conformidad con el Principio II de la Termodinámica, el paso del calor desde un cuerpo más frío a uno más caliente no puede tener lugar por sí mismo, la realización de este proceso es posible solamente con la ayuda de las instalaciones frigoríficas que consumen con este fin una cierta cantidad de energía, la que puede ser energía mecánica, eléctrica, termoquímica, etc.

B. Agentes frigoríficos

Como agentes de trabajo en las instalaciones frigoríficas y de las bombas térmicas se utilizan.

1) Agentes Frigoríficas: Sustancias que a la presión de 760 mm. Columna de Hg se vaporizan a temperaturas comprendidas entre $+60^{\circ}\text{C}$ y -130°C

2) aire

3) vapor de agua

Los agentes frigoríficos a su vez se clasifican en tres grupos.

- Con temperatura elevada de vaporización ($0^{\circ}\text{C} < < +60^{\circ}\text{C}$) utilizados en el caso de las bombas térmicas

- Con temperatura media de vaporización ($-50^{\circ}\text{C} < < 0^{\circ}\text{C}$), utilizados en las instalaciones frigoríficas para el frío medio

- Con temperatura baja de vaporización ($-130^{\circ}\text{C} < < -50^{\circ}\text{C}$), para frío de temperaturas bajas.

C. Condiciones que deben cumplir las sustancias frigoríficas.

a) La temperatura del punto crítico debe ser lo más elevada y la temperatura de congelamiento debe ser lo más baja, para poder disponer de un rango cuanto más grande de temperaturas en el curso de los procesos de transformación de fase.

b) La presión a la cual tiene lugar la condensación de los vapores de agente debe ser lo más baja posible, para reducir el consumo de energía de la instalación.

c) Temperaturas de vaporización lo más bajas posibles a presiones ligeramente superiores a la presión atmosférica (para poder evitar la filtración del aire en las instalaciones).

d) El calor latente de vaporización debe ser lo más alto posible, lo que causa la reducción del flujo de agente frigorífico.

e) Tener calor específico lo más bajo posible.

f) el volumen específico de los vapores debe ser lo más bajo posible para obtener dimensiones reducidas de la instalación.

g) Tener falta de toxicidad, presentando sin embargo un olor característico penetrante para poder detectar eventuales fugas.

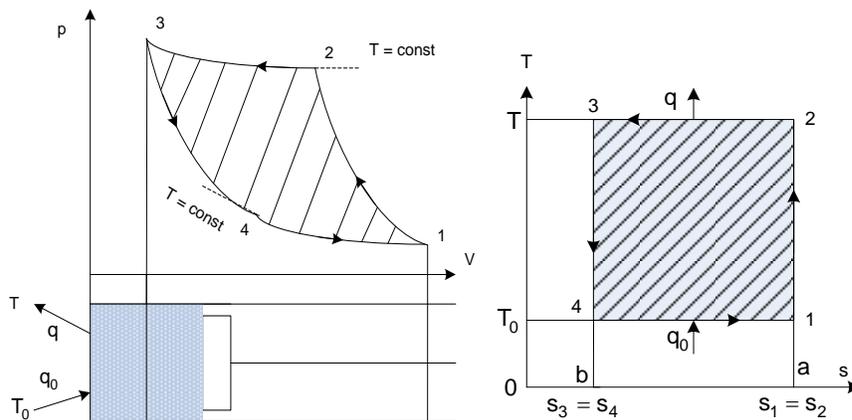
h) Presentar estabilidad química en el rango de presiones y temperaturas en las cuales son utilizados y en presencia de los lubricantes utilizados.

i) No deben ser inflamables.

D. Eficiencia frigorífica

Caracteriza los ciclos frigoríficos. Se nota con ϵ_f y es la relación entre el calor tomado de la fuente fría (el frío obtenido, denominado también capacidad frigorífica específica) y el trabajo mecánico consumido en este fin w , tomado en valor absoluto. (4.2)

Grafico N° 1.7. Perú: Ciclo Carnot Invertido



$$\left. \begin{aligned} q_0 &= \text{area } 41ab = T_0 * (s_1 - s_4) \\ |w| &= \text{area } 1234 = (T - T_0) * (s_1 - s_4) \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

Introduciendo las relaciones (4.2) y (4.3) se obtiene para la eficiencia frigorífica del ciclo de Carnot invertido, la relación:

$$\epsilon_f = \frac{T_0 * (s_1 - s_4)}{(T - T_0) * (s_1 - s_4)} = \frac{T_0}{T - T_0} = \frac{1}{\frac{T}{T_0} - 1} > 1 \quad (4.4)$$

La eficiencia frigorífica, a diferencia del rendimiento térmico, puede ser mayor que la unidad. En el caso del ciclo Carnot no depende de la naturaleza del agente frigorífico, si no solamente de la relación $\frac{T}{T_0}$, es decir baja con el

aumento de la relación $\frac{T}{T_0}$.

E. El ciclo de las máquinas frigoríficas con compresión mecánica de vapores

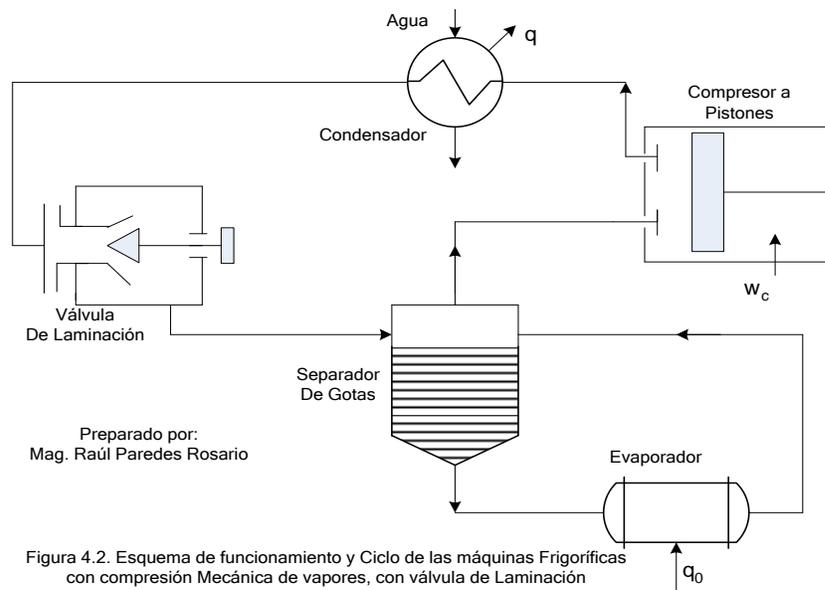
a. Ciclo teórico con válvula de expansión

En las máquinas frigoríficas reales la distensión del líquido frigorífico según la transformación 4 – 5 se realiza en una válvula llamada válvula de expansión, o de regulación.

Otra dificultad del ciclo teórico es el funcionamiento del compresor con vapores húmedos de titulación $x \leq 1$. La aspiración de los vapores húmedos por el compresor causa la deposición en las paredes del cilindro de gotas de líquido frigorífico que tienen como efecto el aumento de las pérdidas de calor, la baja calidad de la lubricación, la reducción del grado de llenado del compresor, es decir de la eficacia frigorífica de la instalación. Por estos motivos se prefiere el funcionamiento del compresor con vapores secos ($x \geq 1$), es decir el así denominado régimen seco del compresor. Con este fin, se prevé la instalación con un separador de gotas que tiene el rol de retener la humedad que podría ser arrastrada del vaporizador.

El esquema de principio y el diagrama de funcionamiento para el ciclo con válvula de expansión y separador de gotas están representados en la figura 4.2. En este caso el proceso adiabático 4-5 se reemplaza con el proceso de laminación 4-5' que tiene lugar a entalpía constante. El compresor aspira vapores saturados secos representados en el diagrama T-s por el punto 1', los comprime adiabáticamente según 1' – 2'

Diagrama N° 1.10. Perú: Esquema de funcionamiento y ciclo de las máquinas Frigoríficas con compresión Mecánica.



F. Descripción de los Componentes del Sistema de Refrigeración

(1) Compresor: En él se concentra todo el trabajo mecánico el cual da paso a los procesos termodinámicos, al arrancar el compresor este toma gas refrigerante, el cual viaja al comienzo con presión y temperatura baja al ser bombeado pasa a presión y temperatura alta. El aceite ya viene cargado en los compresores, el recorrido de este es siempre en líquido y en algunas partes es menor la cantidad. Es por ello que se recomiendan los filtros o separadores de aceite.

(2) Condensador: En el cual se transmite el calor del sistema de refrigeración a un medio en el cual puede ser absorbido y se lleva a un punto de eliminación final. La función de este es remover el calor en el cual pasa el gas comprimido y se convierte en líquido. La cantidad de aceite que viaja con el gas refrigerante es de aproximadamente 7%, ya que cantidades superiores a esta, la presión del refrigerante aumentaría de manera considerable trayendo como consecuencia la ruptura de conductos.

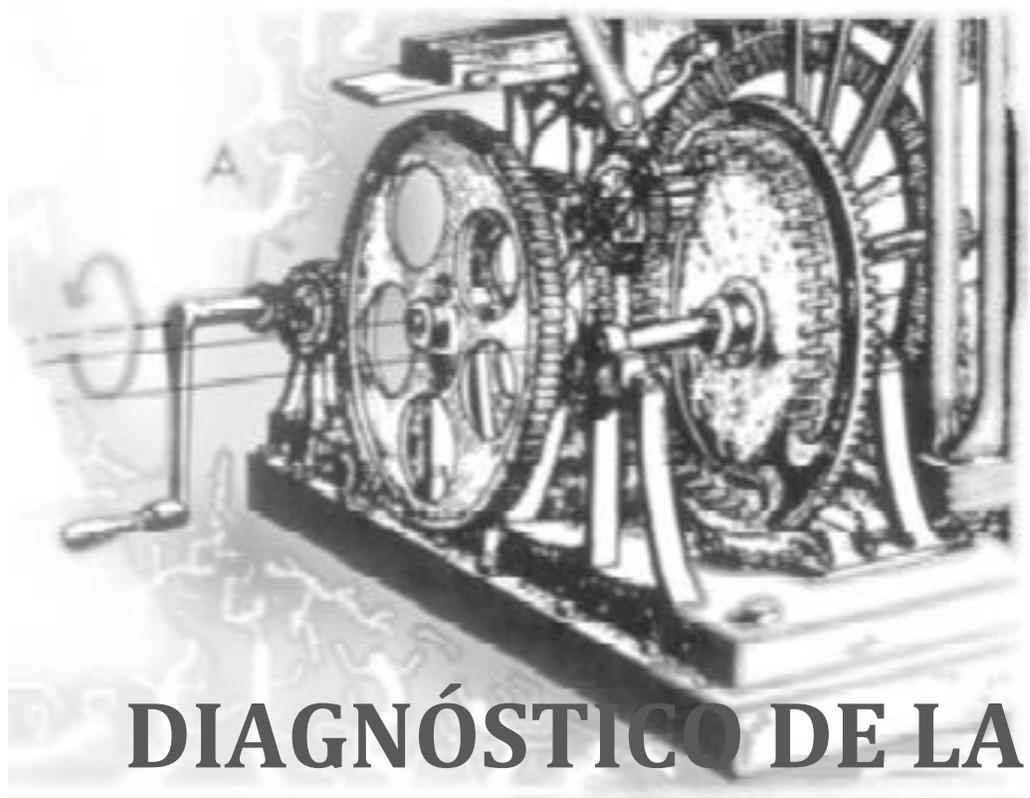
(3) Válvula de expansión: Asegura que la presión se mantenga a un nivel constante independientemente de la magnitud de la carga. En la válvula se

2.4 Definición de Términos.

- a. **Mantenimiento:** El conjunto de operaciones para que un equipamiento reúna las condiciones para el propósito para el que fue construido.
- b. **Equipo:** Proceso de producción de bienes y servicios como: máquina de planta, carretillas de hierro y otros vehículos empleados para movilizar materia primas y artículos terminados dentro del edificio (no incluye herramientas).
- c. **Predictivo:** Que predice (anunciar por revelación, ciencia o conjetura algo que ha de suceder).
- d. **Compresores Axiales:** Los compresores axiales, son un tipo especial de turbo maquinaria que incluye bombas, ventiladores, o compresores. Los compresores axiales están formados por varios discos llamados rotores y estatores que llevan acoplados una serie de álabes. Entre rotor y rotor se coloca un espaciador, el cual permite que se introduzca un estator entre ambos. Estos espaciadores pueden ser independientes o pertenecer al rotor. Cada disco de rotor y estator forman un escalón de compresor. En el rotor se acelera la corriente fluida para que en el estator se vuelva a frenar, convirtiendo la energía cinética en presión. Este proceso se repite en cada escalón. En algunos compresores se colocan en el cárter de entrada unos álabes guía, los cuales no forman parte del compresor, pues solo orientan la corriente para que entre con el ángulo adecuado.
- e. **Horómetros:** Es un dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo, generalmente eléctrico o mecánico ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado el dispositivo. Estos dispositivos son utilizados para controlar las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos.
- f. **Avería:** Daño, rotura o fallo en un mecanismo que impide o perjudica el funcionamiento de una máquina.

- g. Lubricación:** Es la acción para reducir el rozamiento y sus efectos en superficies conexas con movimientos que les puedan ocasionar algún tipo de maquinado (debido a los movimientos sincronizados de una pieza respecto de la otra), al interponer entre las superficies una sustancia lubricante, por ello logra formarse e interponerse una capa de lubricante capaz de soportar o ayudar a soportar la carga
- h. Manutención:** Técnica aplicada en la resolución de los problemas derivados del manejo, transporte y almacenaje de mercancías en fábricas y talleres.
- i. Turbina:** Nombre genérico que se da a la mayoría de las turbo máquinas motoras. Éstas son máquinas de fluido, a través de las cuales pasa un fluido en forma continua y éste le entrega su energía a través de un rodete con paletas o álabes. es un motor rotativo que convierte en energía mecánica la energía de una corriente de agua, vapor de agua o gas.
- j. Fiabilidad:** La característica inherente de un elemento relativa a su capacidad para mantener la funcionabilidad, cuando se usa como está especificado.
- k. Función d fallo:** Probabilidad de que el fallo se produzca en el instante t , o antes.
- l. Función de Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que se complete con éxito una tarea específica de mantenimiento dentro de un tiempo t especificada.
- m. Mantenibilidad:** La característica inherente de un elemento, relativa a su capacidad de poder ser recuperado, cuando se lleva a cabo la tarea de mantenimiento especificada, según se requiere.
- n. Tiempo medio entre fallos, MTBF:** Esperanza matemática de la variable aleatoria TTF (Tiempo de Fallo).
- o. Tiempo medio de recuperación:** Valor medio de la variable aleatoria TTR (Tiempo de Recuperación).

CAPITULO 3



DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. Descripción general de la empresa

Agroindustrias Inka Gold EIRL es una empresa privada agro exportadora dedicada al procesamiento y comercialización de esparrago fresco.

El número de colaboradores, va de 55 a 92 dependiendo del tipo de campaña baja (5-10 ton/día) u alta de (10 a 25 ton/día). Los colaboradores trabajan jornadas de 8 a 12 Hrs diarias, las instalaciones de la empresa abarcaran un área construida de 1063.89 m².

Inka Gold EIRL, también presta servicio de maquila de empacado de esparrago fresco. Nuestro principal insumos es el esparrago, sus variedades, blanco y verde

La planta de procesamiento de Agroindustrias INKA GOLD, así como sus oficinas administrativas se encuentran ubicadas en Calle Atahualpa # 100 Buenos Aires Sur, distrito de Víctor Larco Herrera, Prov. De Trujillo, Departamento de La Libertad.

Imagen N° 1.3. Perú: Dirección de la empresa INKA GOLD EIRL



Fuente: Google Maps.

3.1.1. Visión y Misión

Visión:

Ser una empresa Agroindustrial innovadora y promotora del desarrollo de productos, que abran nuevos mercados y que satisfagan los requisitos de los clientes y demás partes interesadas, de acuerdo a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales.

Misión:

Somos una empresa dedicada a procesar y comercializar frutas y hortalizas frescas de alta calidad satisfaciendo los requisitos de nuestros clientes y demás partes interesadas. Nuestros procesos de producción y comercialización se realizan bajo condiciones controladas que aseguran la obtención y entrega de un producto sano, inocuo y con seguridad; además de cumplir con los requisitos legales aplicables a nuestra organización, favoreciendo la seguridad y salud de nuestros colaboradores, tanto internos como externos, y respeto al medio ambiente.

3.1.2 Productos

- Esparrago Verde Fresco

3.1.3 Clientes

- Agrícola Alpamayo SA.
- Agro exportaciones Juren SAC.
- Agroindustrias Nevería SAC.
- Talsa SA.
- Peak Quality Del Per USA.
- Huaca larga SAC.
- Asparagus Perú Export EIRL.
- Agrocaspi SAC.
- Camposol SA.
- Dámper

3.1.4 Proveedores

- Agrocaspi SAC.
- Agro belén SAC.
- San Efisio

3.1.5 Competidores

- Dámper
- Camposol S.A
- Green Perú
- Talsa

3.1.5 Maquinarias y equipos

Tabla N° 1.3. Perú: Descripción de Maquinaria y Equipos

		Descripción de Equipos y Maquinarias					Código:	MTO-FT-001	
								Revisión:	1
								Aprobado por:	Jefe de Producción
								Fecha aprobación:	15/04/2014
								Página	hoja 1 de 1
DESCRIPCIÓN DE MAQUINAS POR AREA									
AREA	TIPO DE ESTRUCTURA	EQUIPO	DESCRIPCION	CANTIDAD	MARCA	HP	REFRIGERANTE	CAPACIDAD FRIGORIFICA	
CAMARA DE RECEPCIÓN	Paneles de poliuretano de 4" recubierta en planchas galvanizadas sin pintura con dos puertas de acceso. Dimensiones externas: 16.30 x 5.90 x 2.50 mts. Capacidad de almacenamiento de 23 TN.	MOTO COMPRESOR	Compresor tipo hermético , apto para media temperatura de operación	1	COPELAND (USA)	5HP 3x220V/60HZ	R-22	16,010 Kcal/hr a 0°C/ +35°C de temperatura de evaporación y ambiente respectivamente.	
		CONDENSADOR	Unidad de condensación enfriada por aire, modelo 500 H2C de 5 HP	2	FLEXCOLD	5HP 3x220V/60HZ			
		EVAPORADOR	Modelo FBA 500, equipado con 6 ventiladores y resistencias eléctricas de descongelado.	3	BOHN (Brasil)	5 HP		12,640 Kcal/hr a 0°C de temperatura de evaporación	
PRODUCCIÓN L1	Faja transportadora de De 14 metros de longitud x 40 cm de ancho con mesa lateral de 40 cm de ancho, con 4 chumares de acero inoxidable de 30 mm.	MOTO REDUCTOR TRI FÁSICO	Marca EPLI, modelo MS-90L2-4P.		EPLI	3HP			
		FAJA TRANSPORTADORA	De 14 metros de longitud x 40 cm de ancho con mesa lateral de 40 cm de ancho, con 4 chumares de acero inoxidable de 30 mm.						
		REDUCTOR SIN FIN	Modelo FCNDK090		EPLI	43 RPM			
PRODUCCIÓN L2	Faja transportadora de De 14 metros de longitud x 40 cm de ancho con mesa lateral de 40 cm de ancho, con 4 chumares de acero inoxidable de 30 mm.	MOTO REDUCTOR TRI FÁSICO	Marca EPLI, modelo MS-90L2-4P.		EPLI	3HP			
		FAJA TRANSPORTADORA	De 14 metros de longitud x 40 cm de ancho con mesa lateral de 40 cm de ancho, con 4 chumares de acero inoxidable de 30 mm.						
		REDUCTOR SIN FIN	Modelo FCNDK090		EPLI	43 RPM			
HIDROENFRIADOR N° 1	Tanque de acero inoxidable revestido con paneles de poliuretano de 4" recubierta en planchas galvanizadas con pintura epóxica blanca. Dimensiones 4.80x0.80x0.84 mts. Capacidad 1000 kg/hr.	HIDROENFRIADOR	Por inmersión con capacidad de 1.5 toneladas, con un moto agitador.	1	WEG	4HP	R-22		
		MOTO COMPRESOR	Compresor semihermético, apto para media temperatura de operación.	1	COPELAND 6RL (Aleman)	25 HP		28,300 Kcal/hr a 0°C/ +35°C de temperatura de evaporación y ambiente respectivamente.	
		CONDENSADOR	Tubería de Cobre con placas de aluminio enfriado por aire, con revestimiento. Equipado con 2 motoventiladores. Modelo 6RL / 380 PH / 60 HZ	1	COPELAND	25 HP			
CAMARA DE PRODUCTO TERMINADO N°1		EVAPORADOR	Modelo FBA 500 equipado con resistencias eléctricas de 9.8 KW y 6 moto ventiladores marca ELCO, modelo M34-45 por cada evaporador.	2	BOHN (Brasil)				
		CONDENSADOR	Modelo 4RL de 380 V / 3 PH	1	COPELAND	15PH			
		TABLERO ELECTRICO DE SEGURIDAD							
CAMARA DE PRODUCTO TERMINADO N°2		EVAPORADOR	Modelo ADT208BJ, con 4 moto ventiladores cada uno marca SMITH, con sistema de descongelamiento por gas caliente	2	BOHN (Brasil)				
		CONDENSADOR	Modelo T-500A / 4HP / 380 V / 3PH	1	MAICON	15HP			
		TABLERO ELECTRICO DE SEGURIDAD							
CAMARA DE DESPACHO	Paneles de poliuretano recubierta en planchas galvanizadas con pintura epóxica blanca, con dos puertas de acceso. Dimensiones externas: 9.75x3.80 x2.75 mts. Capacidad de almacenamiento 14 TN. Sistema de refrigeración interconectado con la unidad de condensación de la cámara de fresco 1.	EVAPORADOR	Modelo FBA 215, equipado con 5 ventiladores y resistencias eléctricas de descongelado	2	BOHN (Brasil)	10 x 1/25 HP	R-12	5,610 Kcal/hr a 0°C/ +35°C de temperatura de evaporación y ambiente respectivamente.	

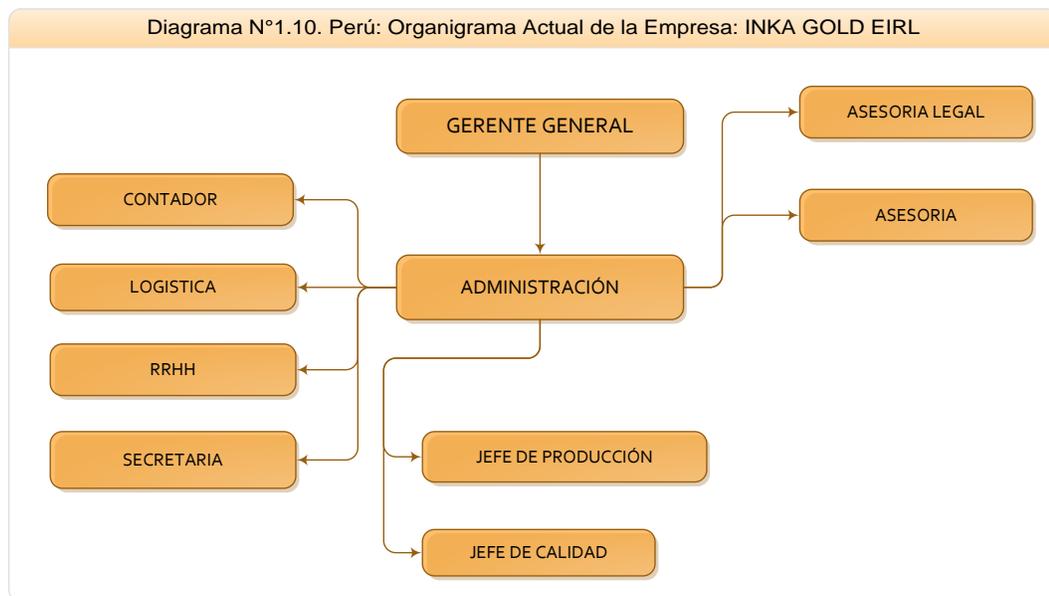
Fuente: Información de la Empresa

3.1.6 Organigrama general

La Empresa está compuesta por una gerencia general como gestión estratégica de operaciones, la función táctica que estaría a cargo de las áreas de administración, secretaria, producción y calidad, las demás áreas de la empresa son generadas por outsourcing o sub contratación, manejadas desde un ámbito externo a la empresa.

- **Gestión Estratégica:** Conformada por el Gerente General como cabeza de la organización.
- **Gestión Táctica:** Conformada por los representantes de las demás áreas de la empresa como son secretaría, producción y calidad.
- **Gestión Operacional:** Conformada por los operarios de todas las áreas.

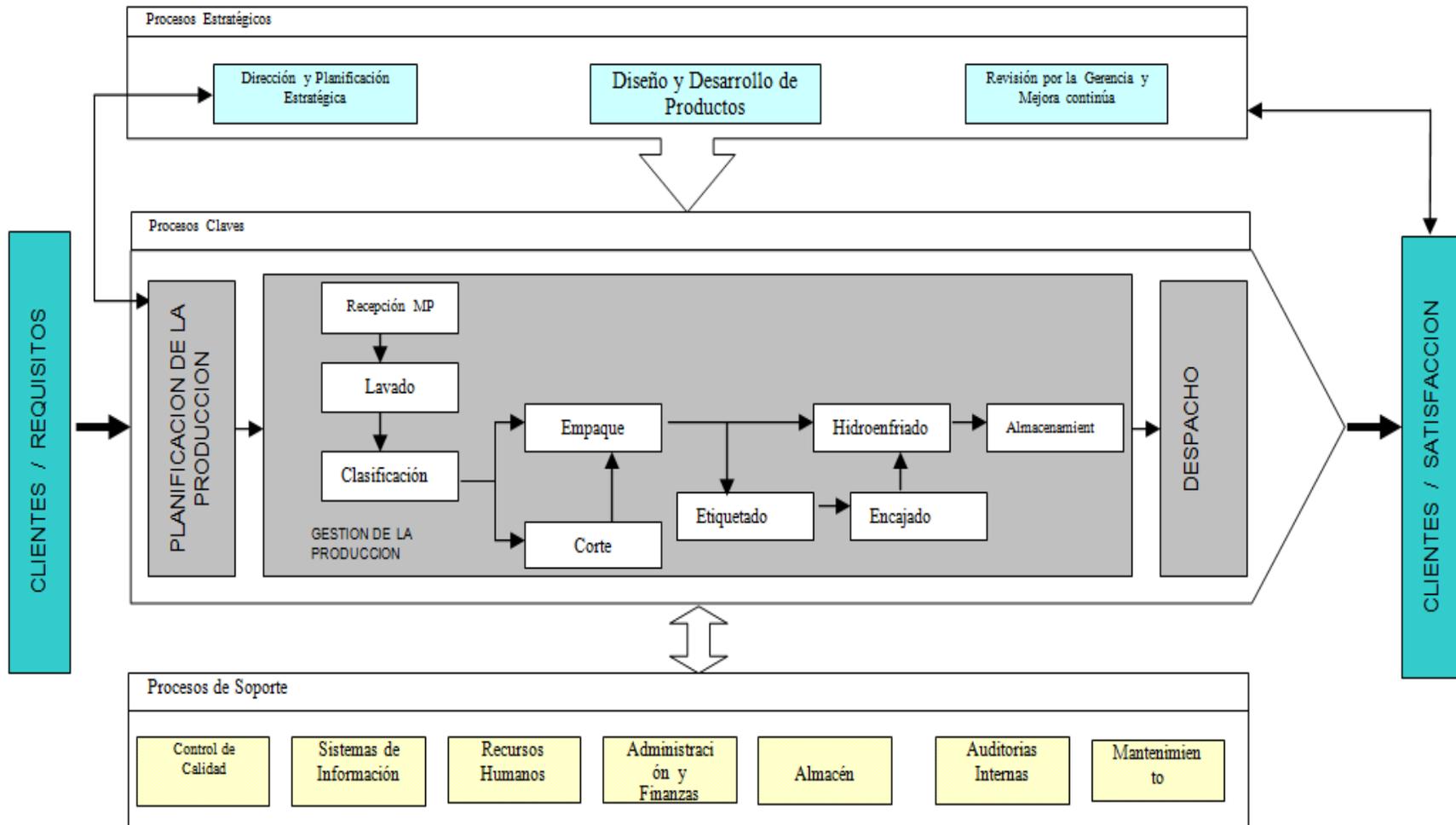
Diagrama N° 1.11. Perú: Estructura organizacional de la Empresa



Fuente: Elaboración Propia

3.1.8 Mapa de Procesos

Diagrama N° 1.12. Perú: Mapa de Procesos



Fuente: Fuente de la Empresa

3.2. Descripción del área objeto de estudio

La Empresa en la actualidad no cuenta con un área de Mantenimiento definido, se basa principalmente en hacer mantenimiento correctivo, por las paradas imprevistas, cuando se presenta una falla; en función a esto reflejamos la baja disponibilidad de los equipos y la baja confiabilidad que éstos presentan, en eso se inclina el área de objeto de estudio el área no implementada dentro de la empresa.

Dentro del cual la dividiremos en:

3.2.1 Gestión Administrativa

La gestión eficiente del mantenimiento, como en todo proceso que involucra el manejo de recursos, se requiere que éstos sean administrados adecuadamente, para lograr los objetivos que la organización quiere lograr [Texto 02]

Inka Gold EIRL, no cuenta con una gestión eficiente de mantenimiento, en el cual debe incluir un conjunto de funciones básicas, cuyo cumplimiento debe figurar en su política y objetivos, plasmados con el fin de lograr las metas de la organización.

a. Requisitos para un Sistema de Mantenimiento

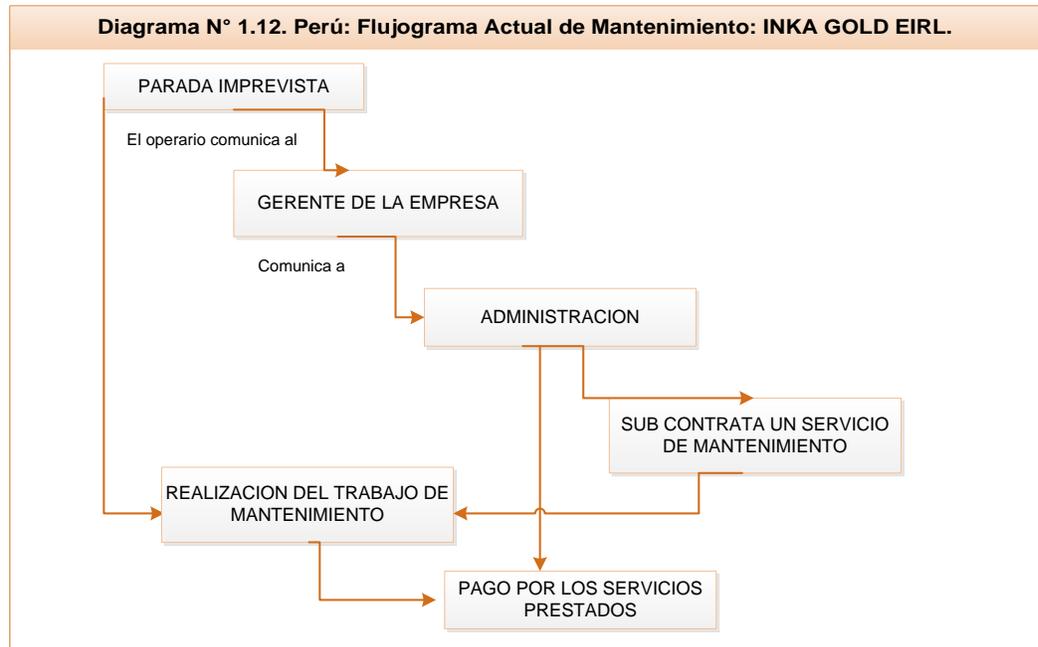
- La Política de Mantenimiento Preventivo
- Los Objetivos de Mantenimiento Preventivo
- Plasmar las normas legales que acrediten la aprobación del Plan de Mantenimiento.

b. Mantenimiento Actual de la Empresa

Actualmente la empresa, cuando se presentaba una falla o parada imprevista el operario que presenciaba la parada, comunica al gerente general para poder dar la solución de manera inmediata, desarrollando así un mantenimiento correctivo, para luego sub contratar el servicio de un tercero, con el fin de reparar la falla y el proceso siga en su curso. Terminado el servicio administración hace el pago respectivo del servicio

así termina el proceso de mantenimiento actual con el que la empresa cuenta actualmente.

Diagrama N° 1.13. Perú: Flujograma Actual de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Gestión Técnica:

La empresa no cuenta con un técnico especialista en trabajos de mantenimiento, ni la una filosofía que promueva la mejora continua de su mecanismo de operación de mantenimiento preventivo, etc.

a. Información del Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento actual que Inka Gold EIRL utiliza en cuanto sucede una falla imprevista, es contratar servicios de un tercero, generando la demora en cuanto a la disponibilidad del sistema, incurriendo en la calidad del producto y en el incumplimiento que éste genera a consecuencia de una demora.

De la investigación realizada a la empresa, no se encontró ninguna data que nos muestre los detalles de las paradas imprevistas por mantenimiento correctivo, por el cual se decidió

realizar un formato que fue llenado hasta el mes de diciembre por un comisionado del gerente Ver Anexo 01 – MTTR Actual, donde se llegó a obtener los datos necesarios para determinar el estado actual de los equipos de la empresa, no contando con ningún tipo de mantenimiento que desarrollen con el fin de eliminar las paradas imprevistas por fallos.

- **Informe de la disponibilidad de los equipos al Mes**

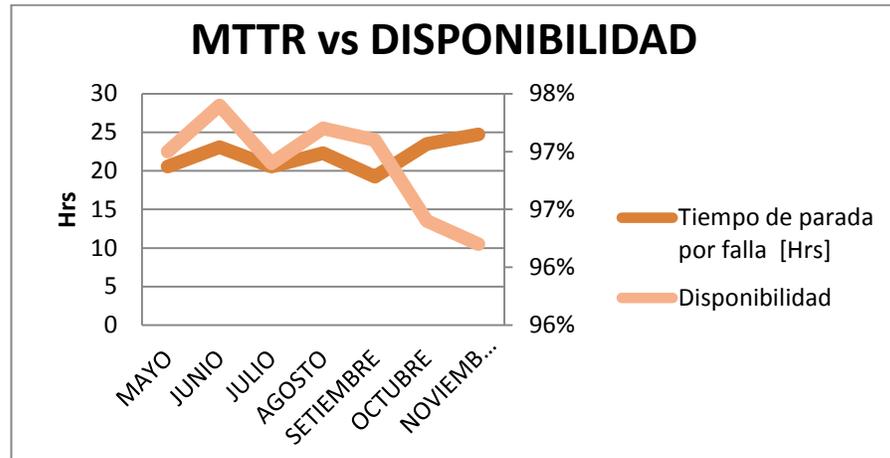
Tabla N° 1.4. Perú: Disponibilidad Actual de los Equipos al Mes

	Tiempo de Calendario [Hrs]	Tiempo Planificado de Mtto	Tiempo de parada por falla [Hrs]	Tiempo neto	Disponibilidad
MAYO	720	0	20.58	699.42	97.1%
JUNIO	720	0	23.08	696.92	96.8%
JULIO	720	0	20.55	699.45	97.1%
AGOSTO	720	0	22.31	697.69	96.9%
SETIEMBRE	720	0	19.25	700.75	97.3%
OCTUBRE	720	0	23.48	696.52	96.7%
NOVIEMBRE	720	0	24.75	695.25	96.6%

Fuente: Elaboración Propia

De los datos recopilados se observa en la Tabla N° 1.4 , paradas en horas por trabajos de mantenimiento correctivo, llegando a tener un tiempo promedio de 22 horas al mes, con una disponibilidad promedio del equipo al 97%, indicándonos de esta manera el porcentaje en el que operan, pudiendo fallar en cualquier momento. Ver anexo 01 – MTTR Actual.

Gráfico N° 1.9. Perú: Disponibilidad de los Equipos al mes



Fuente: Elaboración Propia

▪ **Informe de Tiempos perdidos por Fallas**

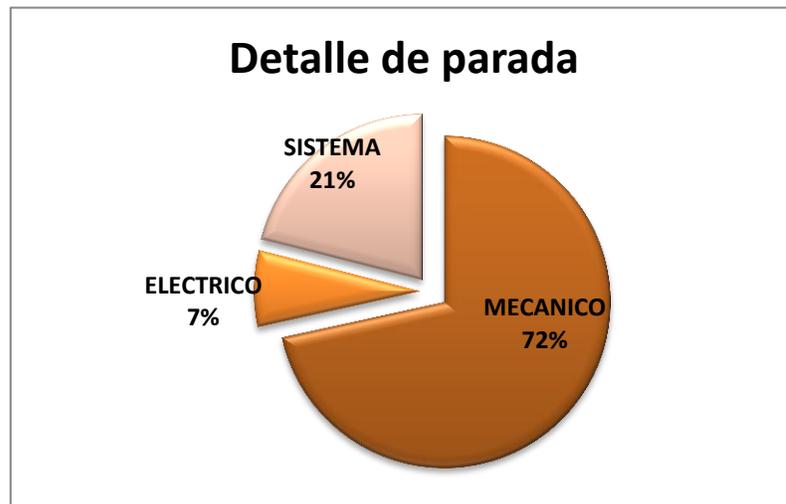
Diariamente se recopila la información de los tiempos perdidos ya sea por parada de equipos o por mala operación en el proceso, a la vez se evalúa a través de metodologías RCA e Ishikawa el porqué de la falla. Ver anexo 01 – MTTR Actual.

Tabla N° 1.5. Perú: Detalle de paradas imprevistas al mes

	Sistema de Paradas Imprevistas			
	MECANICO	ELECTRICO	SISTEMA	TOTAL
MAYO	10	1	3	14
JUNIO	9	2	2	13
JULIO	10	1	2	13
AGOSTO	9	1	3	13
SEPTIEMBRE	9	1	4	14
OCTUBRE	11	0	3	14
NOVIEMBRE	10	1	3	14
TOTAL:	68	7	20	95
%	72%	7%	21%	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 1.10. Perú: Detalle del % de paradas Imprevistas



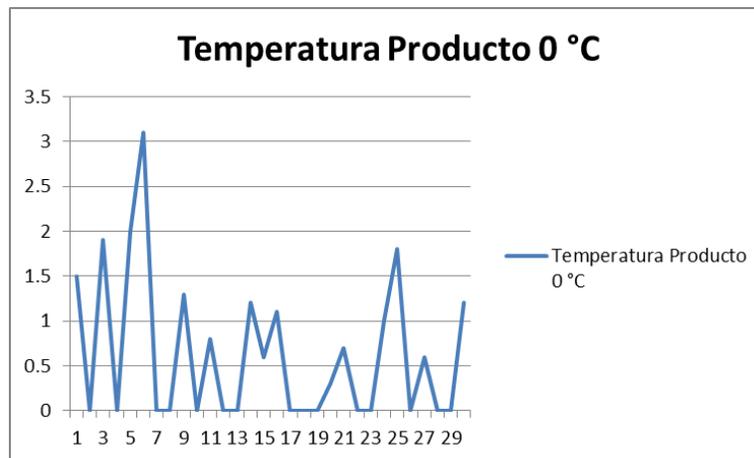
Fuente: Elaboración Propia

De los datos recopilados Ver anexo 01 – MTTR Actual se agrupó de acuerdo a tres modalidades de fallo por sistema mecánico, eléctrico y por no tener una gestión de mantenimiento, determinando el 72% de las paradas por fallos mecánicos ver en el Gráfico N°1.3.

- **Informe de las variaciones de temperatura de acuerdo a las paradas imprevistas.**

Al empezar a recopilar la información de la empresa, ya que esta no contaba con ningún registro que detalle el porqué de las paradas imprevistas. Desde el mes de mayo que se inicia la investigación, se llega a determinar un promedio de horas al mes por paradas imprevistas y/o mantenimiento correctivo, en el cual repercute de manera en la temperatura del producto el cual oscila entre 0-3°C, cuando la estimada es 0°C ideal para la conservación y envío del espárrago verde fresco.

Gráfico N° 1.11. Perú: Tendencia de la temperatura



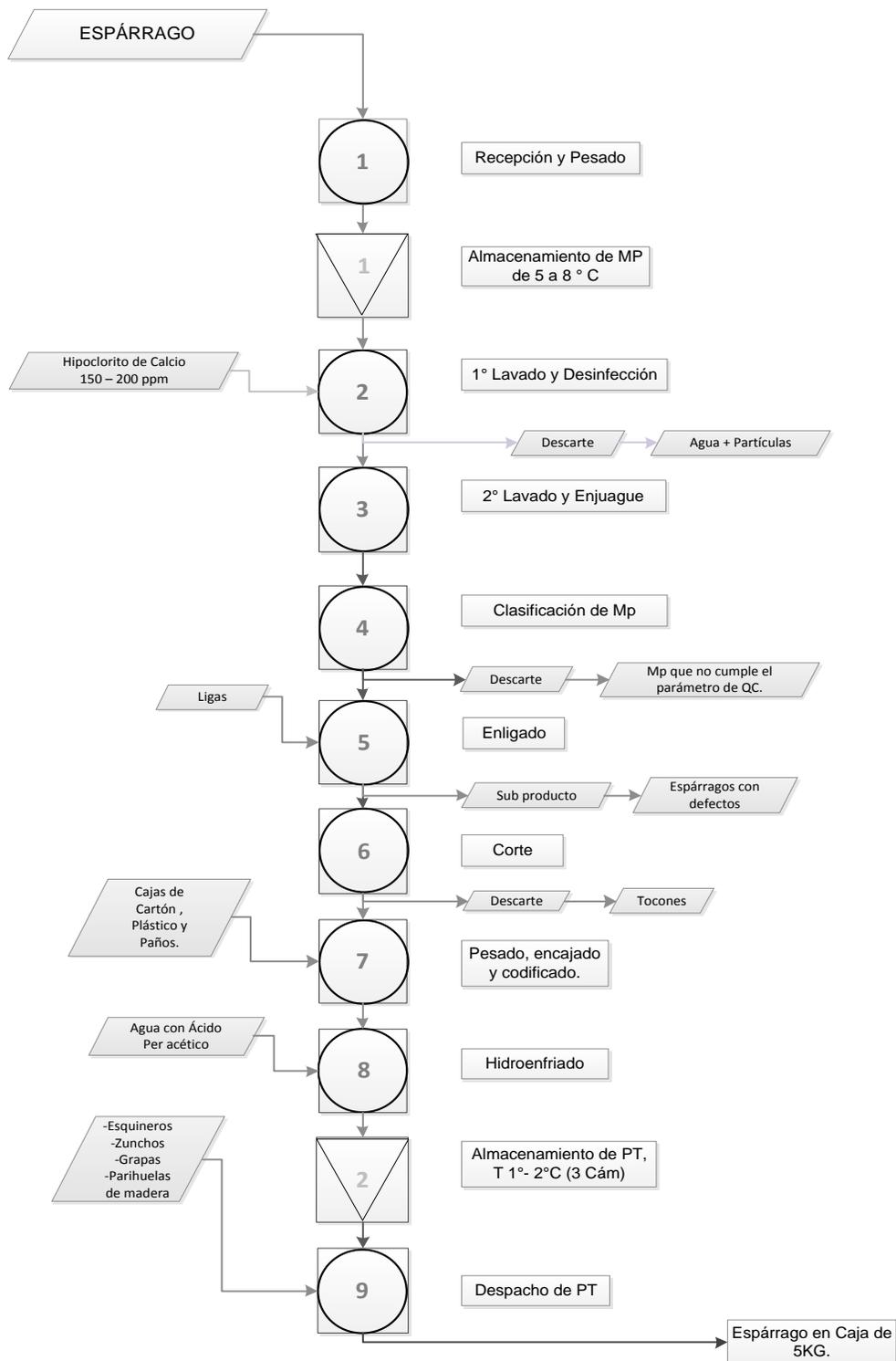
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3 Gestión de Talento Humano

La Empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL, al no contar con un área de Mantenimiento, no ha tenido la necesidad de realizar programas de capacitación a sus trabajadores, con temas relacionados el mantenimiento preventivo. La idiosincrasia del Gerente de la empresa, es utilizar las cosas hasta que ya no puedan funcionar, una frase común y que puede ejemplificar esta forma de pensar es: "dale hasta que truene". Con lo cual se indica que hay que hacer funcionar las cosas sin detenerse para proporcionarle mantenimiento hasta que ya no puedan continuar funcionando.

3.2.1. Diagrama de Proceso

Diagrama N°1.14. Perú: Diagrama de Flujo o Flujograma



Fuente: Elaboración Propia

3.2.2 Descripción del Proceso

Imagen N° 1.4. Perú: Descripción del Proceso: Empaque de Espárrago Fresco

DIAGRAMA N° DESCRIPCIÓN DEL PROCESO: EMPAQUE DE ESPÁRRAGO VERDE FRESCO		
RECEPCION Y PESADO DE MATERIA PRIMA:	La materia prima llega a planta en camiones cerrados, en jabas plásticas, éstos son pesados e identificadas: fecha de recepción y lotes de origen. El Técnico de Aseguramiento de la Calidad (TAC) del área realiza una inspección visual a las condiciones de las jabas en las que el espárrago se ha trasladado. Todo queda escrito y debidamente registrado.	
CÁMARA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA:	Se procede a almacenar el espárrago en Cámaras de frío, la materia prima contenida en jabas plásticas y estibadas sobre parihuelas de plástico, a una temperatura de 6 a 8 °C cuando es un producto que llega de fundo, y de 3 a 5 °C cuando es un producto hidroculizado, identificándose cada lote por fecha, proveedor, hora de ingreso, número de jabas y peso neto.	
LAVADO Y DESINFESTACION:	Los espárragos contenidos en jabas plásticas son lavados manualmente con agua, sumergidos en una tina de acero, con el fin de eliminar restos de arena, tierra, etc., adheridas a la base (tocón).	
ENJUAGADO:	Acto seguido el espárrago pasa a la tina de desinfección en el cual se dosifica hipoclorito de calcio al 65% de 100 a 150 ppm, con la finalidad asegurar que la desinfección ha sido realizada en gran parte con éxito. El TAC se encarga de monitorear las concentraciones siendo debidamente registrado.	
CLASIFICACION:	Los espárragos son lanzados a las fajas transportadoras, donde colocan los turiones seleccionados y clasificados de acuerdo a las especificaciones de producción, teniendo en cuenta los diámetros y calidad de las puntas. Los turiones más gruesos se denominan JUMBO, seguido de EXTRALARGE, LARGE, MEDIUM, ESTANDAR Y SMALL. La materia prima no conforme se deja pasar al final de la faja y es recepcionada en jabas que continuamente son trasladadas al área de descarte. Constantemente el supervisor y el TAC realizan muestreos por jaba para verificar que los turiones no salgan de los parámetros indicados.	
ENLIGADO Y CORTE	Los turiones colocados en la mesa son revisados por el personal de esta área, considerando la calidad de puntas de exportación (compactas) de acuerdo a las especificaciones del cliente, así como aquellos turiones que se encuentren defectuosos, los cuales serán separados (puntas rotas, tallos planos, puntas rameadas, puntas muy asemilladas, puntas quemadas, turiones muy curvos, turiones picados, turiones con daño mecánico, fuera de color, deshidratados). Luego procedemos a cortar de forma manual en tablas de teflón sobre mesas de acero inoxidable. Los cuchillos empleados también son de acero inoxidable con mango de plástico	
PESADO, ENCAJADO Y CODIFICADO:	El producto se coloca en la balanza y se da el peso respectivo. Acto seguido el producto es encajado colocando un pad o paño dentro de esta con la finalidad de protegerlo durante el transporte y de que permanezca hidratado el mayor tiempo posible. Cada caja es codificada o rotulada transmitiendo información a los compradores sobre el producto contenido sin que sea necesario abrir el empaque.	
HIDROENFRIADO:	Las cajas con los espárragos son sumergidos en las tinas para Hidroenfriado que contienen agua clorada (150 ppm de cloro libre para el espárrago verde y 60 ppm para el espárrago blanco) a una temperatura de 0°C a 2°C, una concentración de Acido per acético de 85 - 100 ppm por un tiempo promedio de 15 - 20 minutos, hasta obtener una temperatura en los turiones de 0 a 2°C. El golpe de frío que se da al producto ayuda a retardar el envejecimiento del mismo y la concentración de desinfectante reduce la carga microbiana presente en su totalidad.	
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO:	Una vez que el producto es Hidroenfriado se coloca en la cámara de almacenamiento de producto terminado permaneciendo a una temperatura de 0 a 2 °C y una Humedad Relativa de 95% a 98%, retardándose las funciones fisiológicas de transpiración y respiración por ende el deterioro. Se arman los pallets de acuerdo a la composición que indica el cliente colocándose esquineros enzunchados de tal manera que se evite el movimiento de las cajas durante el transporte. Los pallets armados permanecen en la cámara a espera de ser embarcados guardando una separación de 15 a 20 cm de la pared y unos con otros como mínimo de tal forma que facilite la recirculación del aire en el ambiente.	

Fuente: Anexo 02

3. Identificación de problemas e indicadores actuales

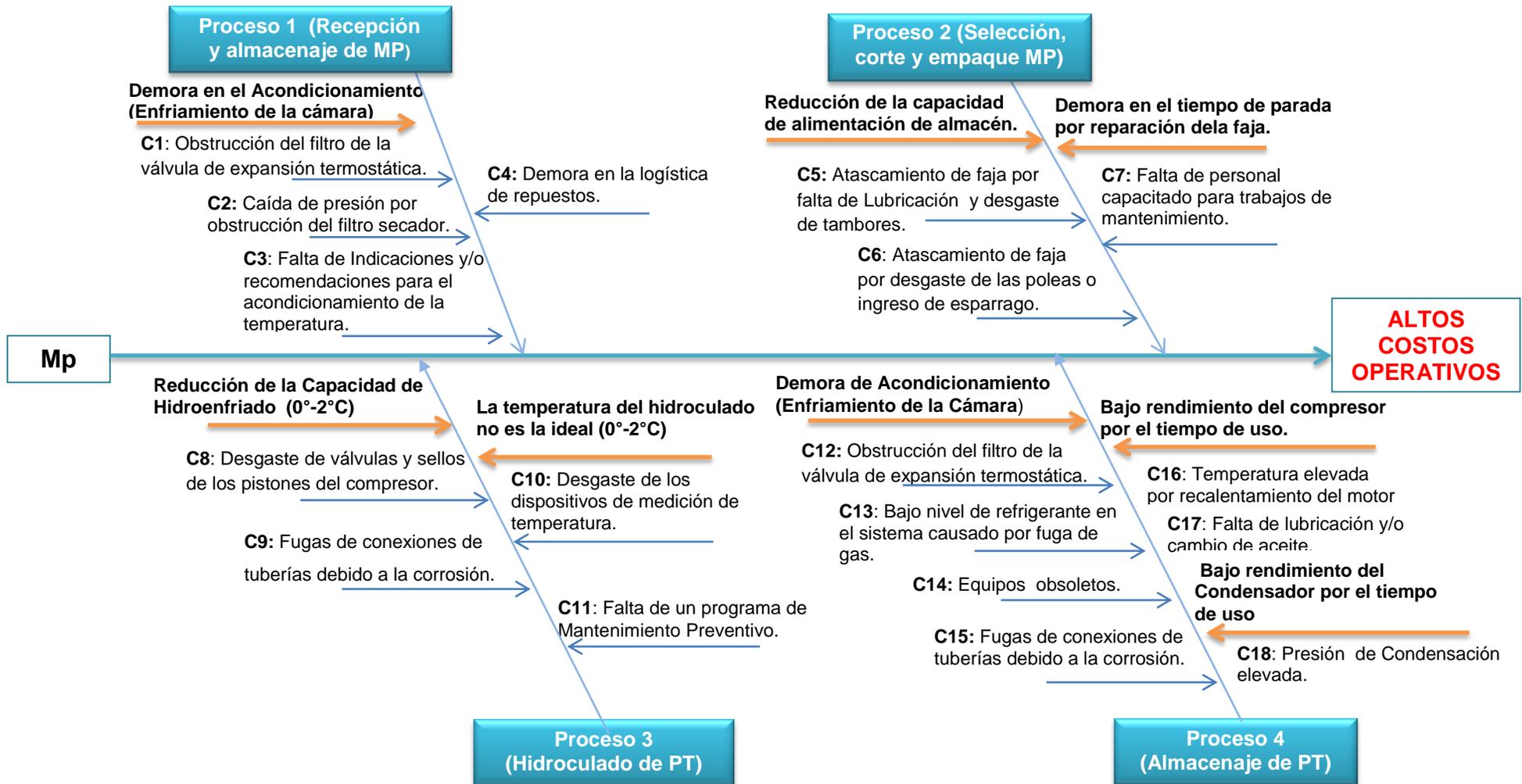
De acuerdo a la aplicación de metodología Pareto, logramos identificar los equipos y la fallas de mayor incidencia en el proceso 4 de la producción de espárrago verde fresco de la empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL.

A su vez encontramos que el mayor porcentaje de daños es debido a Daño mecánico, por el tiempo de uso y por falta de mantenimiento preventivo, seguido de daños por mantenimiento correctivo que no certifica el buen funcionamiento de los equipos de refrigeración.

Realizamos el análisis de Ishikawa correspondiente a cada proceso encontrando las causas principales que lo originan. A continuación presentamos el análisis de las causas.

3.3.1. Diagrama de Ishikawa

Diagrama N° 1.15 Perú: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

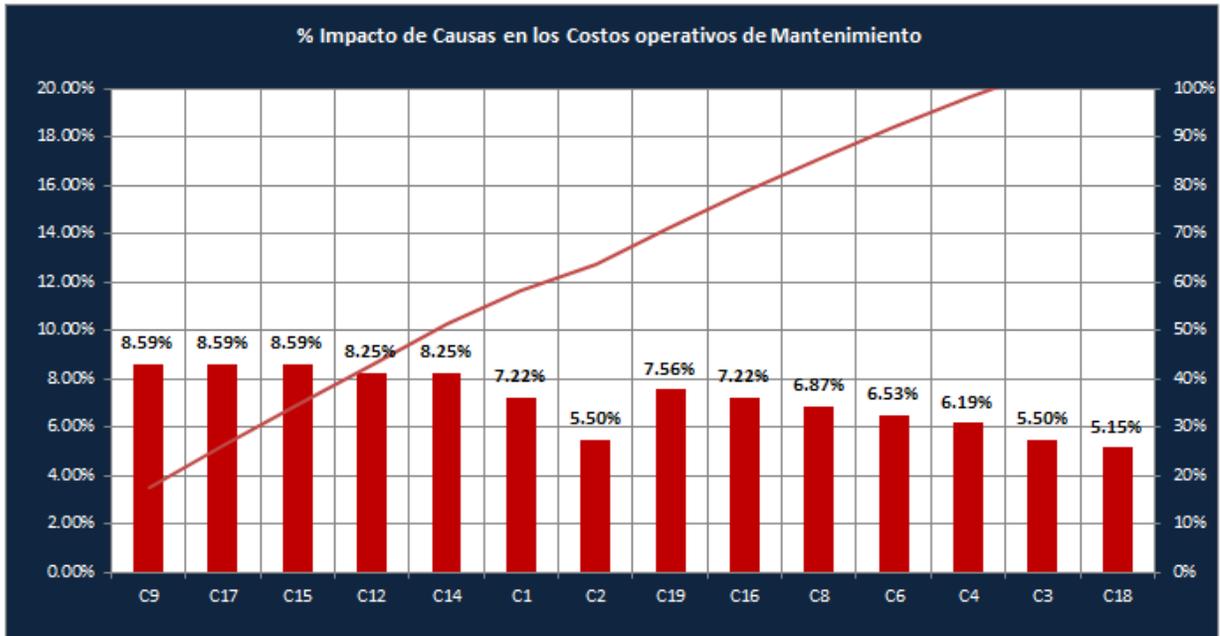
LAVADO DE MP.	Toribio Díaz	Controlador de psi.	2	2	1	1	2	2	3	3	2	2	3	1	2	2	2	2	1	3
	Juan Terán Iparraguirre	Operador de Lavado	2	1	2	2	1	1	3	2	1	1	3	2	2	2	2	3	2	3
CLASIFICACIÓN LINEA 1	Maribel Arpas Cama	Controlador L1	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3
CLASIFICACIÓN LINEA 2	Lis Delgado Susuque	Controlador L2	2	3	2	1	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	2	1	3	2
EMPAQUE DE PT.	Alicer Torres Campos	Encargado de Empaque	3	2	1	2	2	1	3	3	2	3	2	3	1	3	3	3	2	2
HIDROCULADO	Wagner Silva	Controlador de temperatura de hidrocooler.	3	2	1	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	2	2	3
	Efren Cabel Arce	Operador de Hidroculado	3	2	2	1	3	1	2	2	1	2	3	3	3	2	1	1	2	3
ALMACENAJE DE PT.	Ronal Cerna Sánchez	Controlador de Temperatura	2	2	3	1	2	1	3	1	1	2	3	1	2	3	3	1	3	2
	Julio Siccha Quiroz	Responsable de Operador Pallet	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	3	2	3	2	2	2	3
Calificación Total			24	20	18	16	21	15	26	23	14	21	25	23	21	26	22	19	23	27

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3. Pareto (según costos)

Diagrama N° 1.16. Perú: Diagrama de Pareto

DIAGRAMA DE PARETO - AGROINDUSTRIA INKA GOLD EIRL



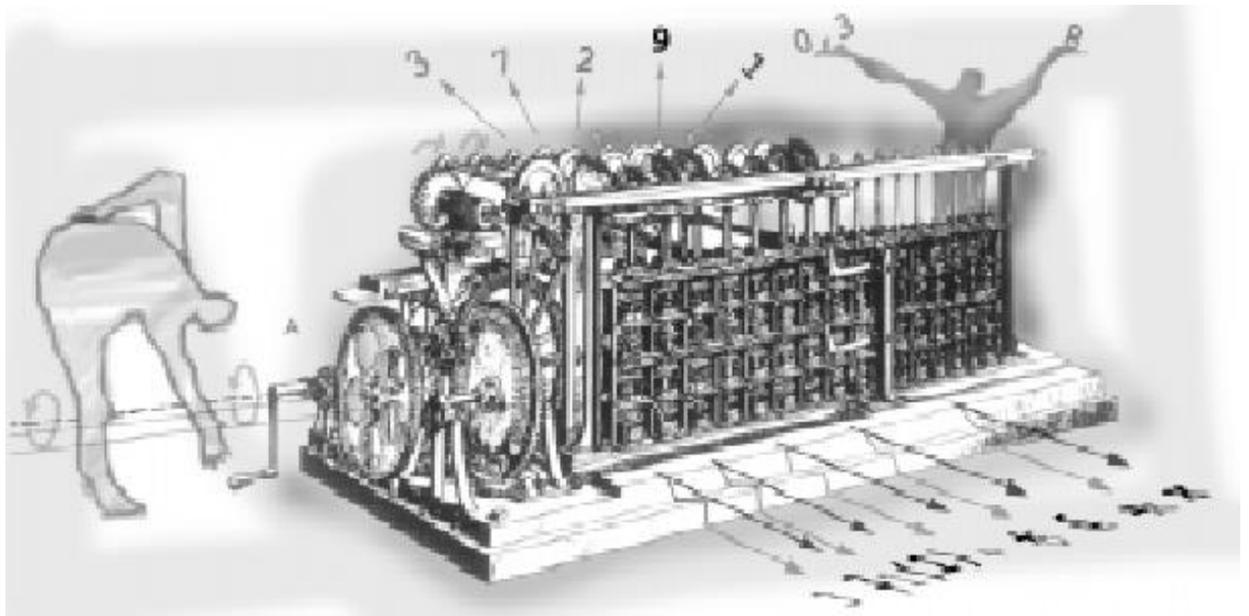
3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas.

Tabla N° 1.7 Perú: Tablero de control de Indicadores

Item	Causa	INDICADOR	Detalle de Indicador	UND Medición	Tipo IND	Resultado Actual	Meta	Tablero de Control
C8	C8:Desgaste de válvulas y sellos de los pistones del compresor.	Presión baja del refrigerante.	Presión baja por reducción de estanqueidad en válvulas y sellos de pistones.	T°C	C	65	80	●
C16	C16: Temperatura elevada por el recalentamiento del moto compresor.	Temperatura elevada del cojinete del compresor.	Temperatura / compresor	°C	D	55	40	●
C14	C14:Equipos Obsoletos	N° de equipos obsoletos	N° de equipos obsoletos	Unid	D	7	3	●
C11	C11: Falta de un programa de Mantenimiento preventivo.	Porcentaje de avance de programa de Mto. preventivo.	Porcentaje de Equipos en Mantenimiento.	%	C	0	50	●
C13	C13:Bajo nivel de refrigerante en el sistema causado por fuga de gas.	Presión baja del refrigerante.	Presión baja / fuga de gas	T°C ó °F	D	1.49°C ó 47.68°F	0°C ó 32°F	●
C1	C1: Obstrucción del filtro de la válvula de expansión termostática.	Grado de obstrucción del filtro.	Porcentaje de Obstrucción	%	D	100	50	●
C2	C2: Caída de presión por obstrucción del filtro secador.	Reducción de presión de flujo.	Presión baja / obstrucción.	T°C	C	45	54.4	●
C18	C18: Presión de Condensación elevada.	Temperatura del producto / condensación elavada	Presión Elevada	°C	D	2.4	0	●
C15	C15: Fugas de conexiones de tuberías debido a la corrosión.	Tiempo de reposo del compresor.	Caída de presión del gas refrigerante / corrosión.	Min	C	0	15	●
C7	C7: Falta de personal capacitado para trabajos de Mantenimiento.	N° de personas capacitadas para trabajos de mantenimiento.	N° personas capacitadas	Persona	C	0	15	●

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4



DESARROLLO Y MEJORA

DESARROLLO Y MEJORA

4.1. SOLUCIÓN PROPUESTA

Para dar inicio al estudio de la solución de la propuesta de la presente tesis, es necesario desglosar la secuencia de trabajo, donde atacaremos a las causa raíz presentadas en la matriz del Cap. 3, con la finalidad de reducir los costos operativos de la empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL:

Diagrama N° 1.17 Perú: Diagrama de Solución de la propuesta



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 1.8. Perú: Propuestas de solución por cada causa

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN PARA CADA CAUSA - AGROINDUSTRIAS INKA GOLD EIRL								
Item	Causa	INDICADOR	Detalle de Indicador	UND Medición	Tipo IND	Resultado Actual	Meta	Popuesta
C11	Falta de un Mantenimiento Preventivo	Porcentaje de avance de programa de Mito. preventivo.	Porcentaje de Equipos en Mantenimiento.	%	C	0	50	Desarrollar un Plan de Mantenimiento preventivo.
C13	Bajo nivel de refrigerante en el sistema causado por fugas de gas.	Presión baja del refrigerante.	Presión baja / fuga de gas	PSI	C	1.49°C ó 47.68°F	0°C ó 32°F	Mantenimiento preventivo, mejorado con técnicas predictivas, con detección de fugas de gas refrigerante por Ultrasonidos.
C18	Presión de condensación elevada	Temperatua del producto / presión elevada.	Presión Elevada	PSI	C	2.4	0	Mantenimiento preventivo, mejorado con técnicas predictivas, con detección constante de presiones.
C7	Falta de personal capacitado para trabajos de mantenimiento.	N° de personas capacitadas para trabajos de mantenimiento.	N° personas capacitadas	Persona	C	0	15	Establecer un programa de capacitación para los trabajadores, sobre mantenimiento preventivo.
C1	Obstruccion del filtro de la valvula de expación termostática.	Grado de obstruccion del filtro.	Porcentaje de Obstrucción	%	D	100	50	Realizar una inspección al 50% del filtro, retirar la presión del sistema e inyectar gas 14-1B para la limpieza.
C2	Caída de presión por obstrucción del filtro secador.	Temperatura de la salida del condensador.	Presión baja / obstrucción.	PSI	C	45	54.4	Establecer periodos de cambio de filtros, monitoreando las presiones del gas refrigerante.
C15	Fugas de conexiones de tuberías debido a la corrosión.	Tiempo de Reposo del compresor.	Min / hora	Tiempo Min	C	0.00	15-20	Implementar la verificación periodica del desgaste, utilizando lámina de calibración.
C8	Desgaste de válvulas y sellos de los pistones del compresor.	Presión baja del refrigerante en temperatura salida del compresor.	Presión baja por reducción de estanqueidad en válvulas y sellos de pistones.	PSI	C	65.00	80.00	Repotenciación del compresor, tener stock de repuestos de válvulas, pistones, sellos y reparando cigüeñal del mismo, cambiando según el desgaste, en promedio de 6 a 8 meses con operación continua.
C14	Equipos Obsoletos	N° de equipos obsoletos	N° de equipos obsoletos	Unid	D	7	3	Adquisición de Equipo de refrigeración, que trabajará en áralelo con el equipo antiguo - repotenciado.
C16	Temperatura elevada por el recalentamiento del moto compresor.	Temperatura elevada del cojinete del compresor.	Temperatura / compresor	°C	D	55	40	Al motor antiguo se le hará una repotenciación, es decir una reparación capital, de tal modo que quede como nuevo y su trabao será monitoreado por mediciones de temperatura y vibraciones.

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1 PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En esta etapa es necesario saber el propósito de la Implementación de un Sistema de Mantenimiento Preventivo, proponer un marco de desarrollo para que empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL cuente con un sistema que le permita disminuir los cuellos de botella a causa de un mantenimiento correctivo debido a una falla imprevista.

Actualmente dentro de la empresa no existe un área de Mantenimiento que le permita fomentar una política de Gestión de Mantenimiento; así como no cuenta con un responsable que vele por el cumplimiento de los puntos establecidos en el Plan de mantenimiento de la empresa.

- La elaboración del Plan de mantenimiento puede hacerse de tres formas:
 - Modo 1: Realizando un plan basado en las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta.
 - Modo 2: Realizando un plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas y en la experiencia de los técnicos que habitualmente trabajan en la planta.
 - Modo 3: Realizando un plan basado en un análisis de fallos que pretenden evitarse.

En plantas que no tienen ningún plan de mantenimiento implantado, puede ser conveniente hacer algo sencillo y ponerlo en marcha. Eso se puede hacer siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, el cual sería el modo 1, en el cual se tendrá las instrucciones de los fabricantes, asistidas por técnicas predictivas básicas.

Diagrama N° 1.18. Perú: Instrucciones de fabricantes



Fuente: Información de la Empresa

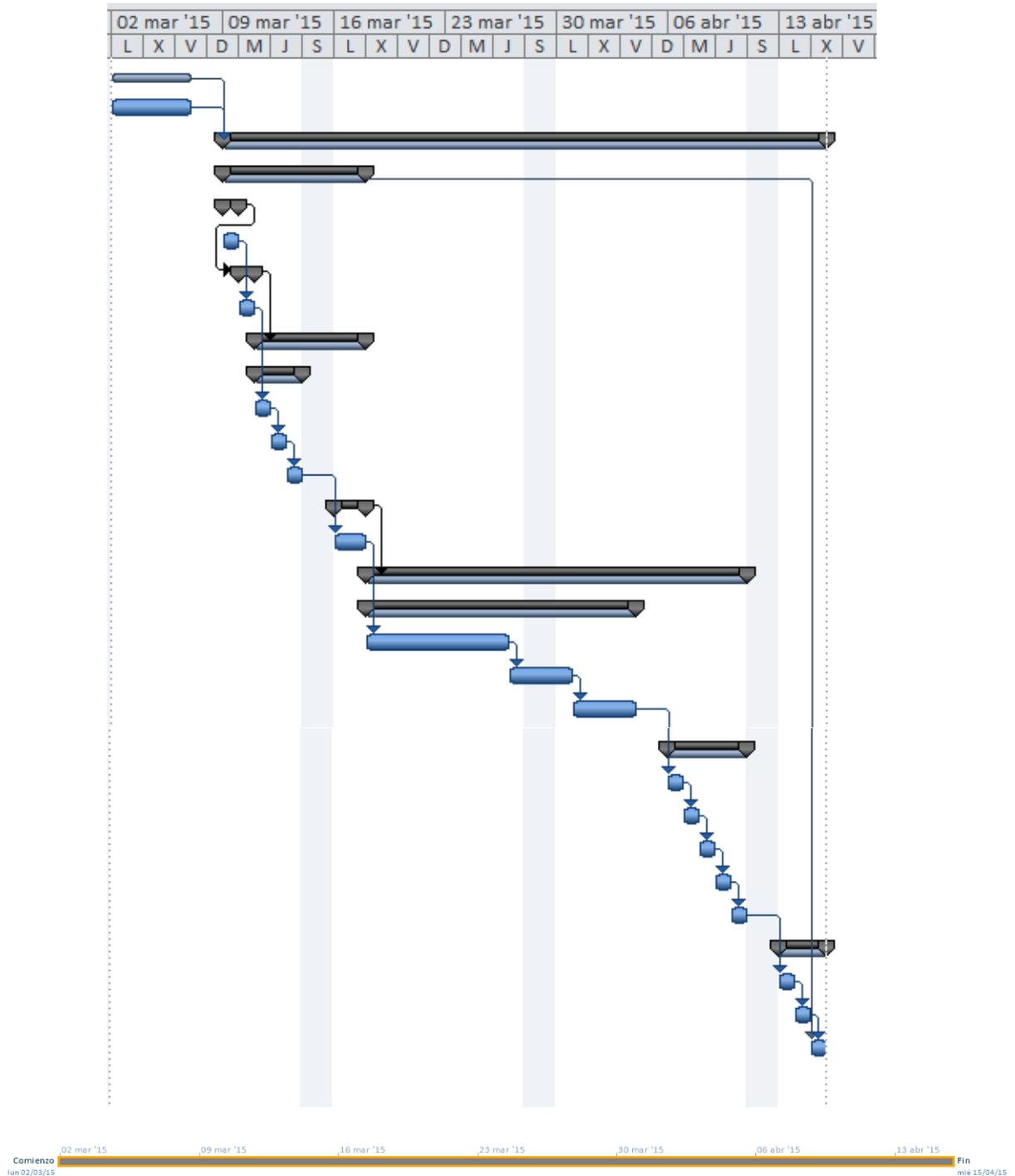
- Las Instrucciones del fabricante que utilizaremos será en base a las Instrucciones del Manual de Ingeniería BOHN, ver Anexo 03-bct-025-h-eng-1apm-manual-ingenieria.pdf
- Así mismo para la implementación de un nuevo sistema de refrigeración se analizará primero el sistema actual basado en la confiabilidad, de acuerdo a las parras imprevistas a consecuencia de una falla y se analizará el comportamiento de cómo puede reaccionar el sistema de acuerdo a las fallas.

Tabla N° 1.9 Perú: Lista de Actividades del Diseño del Plan de MTTTO.

Nombre de tarea	Duración
PLANIFICACIÓN	5 días
Planificación de las Actividades del Plan de Mantenimiento Preventivo	5 días
EJECUCIÓN	28 días
Etapas I: Ejecución de Actividades para el diseño nivel administrativo	7 días
Política de Mantenimiento	1 día
Propósito, alcance y descripción del contenido.	1 día
Objetivos de Mantenimiento	1 día
Descripción de los objetivos	1 día
Gestión de Mantenimiento Preventivo	5 días
Nivel I: Organizacional	3 días
Creación de un nuevo puesto y área de Mantenimiento	1 día
Análisis y descripción del puesto	1 día
Remuneración	1 día
Nivel II: Definición de funciones	2 días
Definición de funciones de mantenimiento	2 días
Etapas II: Ejecución de Actividades nivel Operacional	18 días
Adquisición de equipos para ajustes y revisión	13 días
Cotización con proveedores	7 días
Aceptación de gerencia	2 días
Adquisición de instrumentos y herramientas	4 días
Elaboración de formatos para Mantenimiento	5 días
Elaboración Tarjeta de Inspección/Control	1 día
Elaboración de un historial de trabajos de mantenimiento	1 día
Elaboración de hojas de inspección de trabajos de Mtto.	1 día
Elaboración de cronograma de inspecciones de Mtto. Preventivo	1 día
Elaboración de un Plan de actividades de Mtto. Por proceso	1 día
Etapas III: Ejecución de Capacitaciones o Talento Humano	3 días
Elaboración de un programa de capacitación	1 día
Elaboración de un Programan de evaluaciones	1 día
Fin	1 día

Fuente: Elaboración Propia

Diagrama N° 1.19. Perú: GANTT de las Actividades del Plan de MTTO Preventivo.



Fuente: Elaboración Propia

ETAPA I: EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. POLITICA DE MANTENIMIENTO

1.1 PROPÓSITO

Establecer un marco de referencia para la Implementación de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en la empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL.

1.2 ALCANCE

Aplica a todo el procesamiento de empaque de Espárrago fresco verde.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

Declaración

Es la política de mantenimiento de la empresa Agroindustrias Inka Gold ERIL:

- Hacer cumplir la programación de la implementación del Plan de Mantenimiento establecido en la Empresa.
- Hacer que todos los procesos adopten la programación de la Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo, basado en prácticas predictivas programadas.
- Es política de la empresa garantizar el correcto uso y conservación de todas las herramientas y equipos a utilizar, previendo así un buen uso de éstas, para evitar cualquier peligro y riesgo asociado a cada tarea.

Expectativas y Acciones

Se desarrollará, implementará y mantendrá un Plan de Mantenimiento el cual deberá completar lo siguiente:

- Garantía del correcto registro y archivo de los historiales de mantenimiento y su uso como herramienta de referencia para mantenimientos posteriores.
- Programa de mantenimiento preventivo (análisis de equipos obsoletos, análisis de presión, monitoreo, calibraciones y control de líquidos y fugas de gas).
- Crear y mantener un inventario de repuestos para las diversas reparaciones, según la programación de mantenimiento preventivo.
- Realizar y cumplir los procedimientos en control de calidad, programas de inspección, seguridad, calibraciones y pruebas.
- Realizar control sobre horas-hombre trabajadas, a través del registro asociado a cada Orden de Trabajo realizado.
- Cumplir con un programa de entrenamiento y capacitación en mantenimiento a los operarios.

Responsabilidades y Ayudas

- El supervisor de Mantenimiento será responsable de preparar, planificar los procedimientos específicos para el mantenimiento de las unidades de transporte, en coordinación con el Gerente de la Empresa.

2. OBJETIVOS DE MANTENIMIENTO

- Garantizar continuidad del proceso productivo del empaque de esparrago fresco
- Maximizar la productividad esperada y rentabilidad de la empresa
- Asegurar la calidad del producto
- Cumplir con el programa de producción y despachos establecidos.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso

- Alargar la vida útil de la maquinaria o equipo, garantizando un buen nivel de operatividad y funcionamiento.

3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 NIVEL I : ORGANIZACIONAL

Las decisiones importantes de inversión a realizar se deben ser tomadas por el Gerente General de la empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL, el Sr. Roberto Liendo Seminario.

a) Creación de un Nuevo Puesto de Trabajo y del área:

Para asegurar una adecuada implementación del Sistema de Mantenimiento Preventivo es necesario crear el área de Mantenimiento dentro del Organigrama de la Empresa, para luego generar el puesto de trabajo como Supervisor de Mantenimiento y para ello es necesario hacer un análisis y descripción del puesto y las habilidades que deberá poseer el encargado del área.

Diagrama N° 1.20. Perú: Creación del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración Propia

b) Análisis y descripción del Puesto

Se describe a continuación el Perfil que debe tener el Supervisor de Mantenimiento y la descripción de funciones del puesto de trabajo para la Empresa Agroindustrias Inka Gold EIRL.

Tabla N° 1.10. Perú: Descripción del Puesto de Trabajo

AGROINDUSTRIAS INKA GOLD EIRL		
DESCRIPCION DEL PUESTO		
I. IDENTIFICACION DEL PUESTO		
AREA O DEPARTAMENTO	CLASE OCUPACIONAL	NOMBRE DEL PUESTO
Mantenimiento	Supervisor	Supervisor de Mantenimiento
REPORTA A	REEMPLAZADO POR	CODIGO DEL PUESTO
Gerente Sr. Roberto Liendo Seminario		
II. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE FUNCIONES:		
A. OBJETIVO DEL PUESTO		
<p>Persona encargada de verificar el adecuado funcionamiento de aparatos de aire acondicionado, es quien identifica las posibles fallas de los equipos y clasifica los distintos tipos de Aire acondicionado. Brinda mantenimiento preventivo y correctivo a refrigeradores y aires acondicionados. Inspecciona los sistemas de automatización de los aparatos que mantienen una temperatura adecuada en diferentes áreas de la empresa, asegurándose de tener los conocimientos clave en refrigeración, electrónica, manejo de herramientas y accesorios de los equipos. Estudia aquellos equipos cuya vida útil ya está por agotarse y puede cotizar equipos más eficientes para la empresa en coordinación con su jefe inmediato. Debe conocer las normas de instalación y mantenimiento de cada uno de los equipos, contando con un plan de emergencia en caso de fallas en el abastecimiento de energía eléctrica, así como aplicando los procedimientos establecidos para garantizar la disponibilidad óptima del Espárrago fresco a exportar.</p>		
B. FUNCIONES DEL PUESTO		
1	Coordinar y supervisar las tareas que realizan los operadores.	
2	Atender directamente las órdenes de mantenimiento y coordina la ejecución de las mismas.	
3	Estimar costos, tiempo y materiales necesarios para la realización de los trabajos de mantenimiento.	
4	Llevar control de los materiales y herramientas suministrados a los operadores.	
5	Coordinar capacitaciones periódicas a los operadores en materia de Mantenimiento.	
6	Analizar y consolidar la información del Historial de Mantenimiento.	
7	Mantener limpio y en orden los equipos y sitio de trabajos.	
8	Cumplir con las Normas de Higiene y Seguridad establecidas.	
9	Supervisar el procedimiento de requerimiento de suministros y/o servicios de Mantenimiento externo.	
10	Elaborar reportes periódicos del avance del Mantenimiento.	
11	Elaborar Programa de Mantenimiento.	
12	Realizar otras funciones afines que le asigne la Gerencia.	
III. PERFIL DE PUESTO:		
A. FORMACIÓN ACADÉMICA		
1	EDUCACIÓN:	
	Técnico en Mantenimiento con especialidad en Cámaras de Frio.	
2	CAPACITACIÓN:	
	Conocimiento en Gestión de Mantenimiento Preventivo	
	Administración de Personal	
3	EXPERIENCIA:	
	En mantenimiento de cámaras de frío.	
B. CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y DESTREZAS:		
1	CONOCIMIENTOS EN:	
	Normas de Higiene y Seguridad	
	Mantenimiento y especialista en cámaras de frío.	
	Programas computarizados.	

2	HABILIDADES PARA:
	Estimar tiempo y material de trabajo.
	Supervisar personal.
	Elaborar informes.
	Tomar decisiones oportunas en el área.
	Capacidad de análisis y síntesis.
3	ACTITUDES:
	Creativo, con iniciativa y capacidad de trabajo en equipo.
C.	AMBITO LABORAL:
1	CONDICIONES DE TRABAJO:
	Trabajos de oficina y supervisión en campo.
2	RESPONSABILIDADES:
	Garantizar el mantenimiento de los Equipos de Refrigeración.
3	USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS:
	Sistemas informáticos y equipos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia

c) Remuneración

Se establece una remuneración líquida que el Supervisor en Mantenimiento, percibirá a partir de la fecha de inicio a sus actividades de 3000 nuevos soles, el cual está sujeto a aumento según el incremento de eficiencia de la Empresa.

3.2 NIVEL II : DEFINICIÓN DE FUNCIONES DE MANTENIMIENTO

Corresponde al supervisor de mantenimiento y va referido a decisiones concretas, planificación, organización de las actividades diarias, con el fin de cumplir con los objetivos previstos.

Para ello es necesario que el Gerente delegue y confíe en el trabajo del Supervisor, de tal manera éste cumpla con las funciones establecidas para garantizar una gestión óptima de Mantenimiento dentro de la empresa.

A continuación se detalla las funciones del Supervisor de Mantenimiento:

- Revisar diariamente el estado operativo de las unidades de refrigeración.
- Analizar y consolidar información de los Historiales de Mantenimiento.
- Elaboración del Programa de Mantenimiento Programado.
- Velar por el cumplimiento del programa de Mantenimiento.

- Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia.
- Actualizar el Manual de Gestión de Mantenimiento.

- Coordinar y supervisar las tareas que realizan los operarios encargados de cada proceso.
- Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones del Programa de mantenimiento preventivo establecido.
- Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal en materia de Mantenimiento.
- Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento.
- Estimar costos, tiempo y materiales necesarios para la realización de los trabajos de mantenimiento.
- Establecer un registro y análisis de fallas de los equipos de refrigeración, fajas transportadoras, hidrocúlers, bombas de agua y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación .
- Atender directamente las órdenes de mantenimiento y coordina la ejecución de las mismas.
- Revisar periódicamente el sistema de almacenamiento de combustible, y tratamiento de materiales reciclables, garantizando el correcto funcionamiento e higiene.
- Realizar otras funciones afines que le asigne la Gerencia.

ETAPA II: EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES NIVEL OPERACIONAL PARA UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO

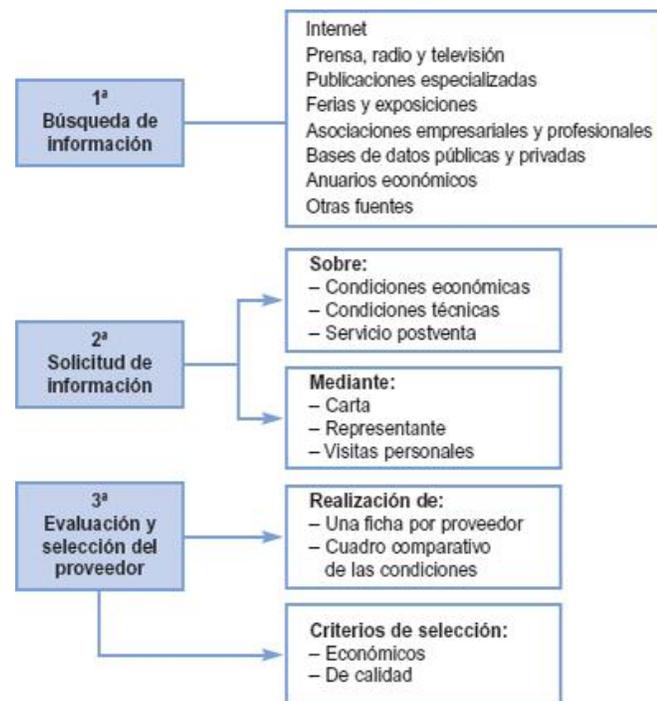
1. ADQUISICIÓN DE EQUIPOS PARA AJUSTES Y REVISIÓN

Al implementarse un programa de Mantenimiento, es necesario realizar inspección a todos los equipos en funcionamiento para ello se empezará a detectar las fallas de los mismos, de acuerdo a las calibraciones, verificación de temperaturas, corroboración de presiones, medición de nivel de aceite, entre otros, y para dichos ajustes, la empresa deberá tomar la decisión de adquirir ciertas herramientas, equipos e instrumentos de calibración.

1.1 Cotización con proveedores

La selección de proveedores es una tarea muy importante que el administrador logístico debe realizar, teniendo en cuenta la calidad, el precio y la garantía que estos equipos, además de la instalación que debe ser certificada con un funcionamiento que a la larga este mismo no cree consecuencias de puesta en marcha.

Diagrama N° 1.21. Perú: Pasos para realizar una cotización



Fuente: Google

1.2 Aceptación de Gerencia

La aceptación de gerencia viene incluida con el tipo de negociación que el gerente de la empresa agroindustrial Inka Gold EIRL pretenda tramitar. Si es por equipos e instrumentos solo da la aprobación y la administración se encarga de realizar la negociación.

1.3 Adquisición de los instrumentos y herramientas.

Los equipos de refrigeración de la empresa, deben ser sometida a una inspección básica y debe ser realizada por un experto en cámaras de frío, para así poder detectar a tiempo algunas fallas o algunas ocurrencias de falla, que puede presentar el equipo y así evitar daños mayores.

Tabla N° 1.11 Perú: Instrumentos y equipos de medición.

INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
 Termometro digital	<p>Los termómetros digitales son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador.</p>
 Manómetro digital	<p>Manómetro digital con pantalla LCD formato cuadrado AEP: Los manómetros digitales son ideales para obtener una medida de presión rápida y precisa en un punto concreto de una instalación</p>
 Multitester electrónico	<p>Un multímetro Digital es un instrumento, normalmente portátil, de medición de parámetros eléctricos mediante procedimientos electrónicos, sin usar piezas móviles, con alta precisión y estabilidad y amplio rango de medición de valores y tipos de parámetros.</p>

Fuente: Elaboración Propia

1.4 Programa de Inspecciones:

El programa de inspecciones es aprobado por el Gerente de la Empresa Agroindustrial, se realizará de acuerdo a un listado de rutina establecido cada tres semanas con la finalidad de obtener o detectar la presencia de falla y realizar la programación del mantenimiento preventivo, el inspector al realizar la inspección deberá llenar un formato ver Anexo 03 – Formatos de Mtto.

Tabla N° 1.12. Perú: Programa de Inspección de Equipos



PROGRAMA DE INSPECCIONES		Fecha:												
Supervisor:		Hora:												
Equipo N°	Rutina N°	Listado Rut. 1			Listado Rut. 2			Listado Rut. 3			Listado Rut. 4			
		1 Sem	2 Sem	3 Sem	1 Sem	2 Sem	3 Sem	1 Sem	2 Sem	3 Sem	1 Se	2 Sem	3 Sem	
CAM1	COMPRESOR	R001	X			X			X			X		
	EVAPORADOR	R002		X				X				X		
	CONDENSADOR	R003			X		X			X				X
L1	COMPRESOR	R004	X			X			X				X	
	FAJA	R005		X		X			X			X		
L2	COMPRESOR	R006			X			X				X		
	FAJA	R007	X			X			X			X		
H	HIDROENFRIADO	R008		X			X			X			X	
	COMPRESOR	R009			X			X			X			X
	CONDENSADOR	R010	X			X			X			X		
CAM2	EVAPORADOR	R011		X			X			X			X	
	CONDENSADOR	R012			X			X			X			X
CAM3	EVAPORADOR	R013	X				X			X			X	
	CONDENSADOR	R014		X				X					X	

Fuente: Elaboración Propia

2. ELABORACIÓN DE FORMATOS PARA UNA EJECUCIÓN EFECTIVA DE UN MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

La Empresa Agroindustrial desde la implementación de este sistema de mantenimiento preventivo, es necesario que se asegure de recopilar toda la información necesaria de las fichas y de los historiales sobre los mantenimientos correctivos realizados por equipo, y si no cuenta con información anterior, comenzar a crear su propia data de información desde el día que empiece la ejecución de este plan de mantenimiento preventivo en la empresa.

2.1 Tarjeta Maestra

Documento en el cual se consigna la información general del equipo, datos como nombre del equipo, código, marca, modelo, año de fabricación, voltaje, temperatura, etc.

2.2 Orden de Trabajo

La empresa debe incluir un OT para obtener una fuente de datos relativos a las actividades que se desarrollará dentro de la empresa por trabajos de mantenimiento. La persona a autorizar este OT es el gerente de la empresa y ésta orden debe incluir: el tipo de actividad, su prioridad, falla o el defecto encontrado y evaluar la eficiencia de la actuación del mantenimiento y sus implicaciones con costos y programación.

Las Ordenes de Trabajo (OT) Anexo 03-Fomatos de Mtto. Específico para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc.,

Esta orden debe ser autorizada por el supervisor de mantenimiento.

Tabla N° 1.13. Perú: Orden de Trabajo



ORDEN DE TRABAJO (OT)

ORDEN DE TRABAJO			Orden N°.....
SOLICITANTE:			
Equipo	Sección	Cuenta N°	Unidad N°
Descripción del trabajo o de la Falla			
Supervisor		Prioridad/Fecha	Firma
PLANIFICACIÓN			

2.3 Formato de Inspección y Control para trabajos de mantenimiento.

Formato en el cual se detallará las partes del equipo a inspeccionar, con la finalidad de asegurar el adecuado funcionamiento y así no tener paradas imprevistas de manera que perjudique la calidad del producto y el retraso de entrega el mismo, ver en el Anexo 03 - Formatos de Mtto.

Calibración del panel de control:

- Ajuste de temperatura : 32°F – 36°F
- Ajuste de humedad : 95%
- Alarma baja temperatura : 3°C
- Vida aprox. De Almacenamiento : 2-3 semanas
- Calibración de sensores : 2 veces por mes.

Revisión Sistema Eléctrico:

- Mtto. a Contactores de compresor
- Mtto. a Contactores de humidificador
- Mtto. a Contactores de ventilador
- Mtto. a Contactores de condensador
- Lecturas de corriente de compresor

- Lecturas de corriente de humidificador
- Lecturas de corriente de ventilador
- Lecturas de corriente de condensador

Revisión Mecánica del Equipo:

- Alineación de poleas
- Sensores de succión
- Soporte de compresores
- Motores de ventilación
- Revisión de fugas

Limpeza general y engrasado de Equipo:

- Engrasado flecha
- Engrasado rodamiento
- Cambio de filtro
- Lavado de condensador
- Lavado evaporador
- Peinado serpentines
- Pintura y conservación
- Revisión del drenaje

Lecturas del Sistema:

- Baja presión compresor
- Ajuste de termostatos
- Alta presión compresor
- Presión de corte en alta y baja

Tabla N° 1.14. Perú: Formato de Inspección y control de Equipos



Agroindustrias Inka Gold EIRL

FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS

REPORTE DE INSPECCIÓN A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN					
RESPONSABLE		TELÉFONO:		CARGO:	
FECHA					
DATOS DEL EQUIPO					
EQUIPO		PRESIÓN		VOLTAJE	
MODELO		CAPACIDAD		TIPO	
PRUEBAS ESTADÍSTICAS					
CONTACTORES		CONTACTORES			
FUSIBLES DE POTENCIA		CABLES Y CONECTORES			
FUSIBLES DE CONTROL		FILTROS DE AIRE			
CALIBRACIONES DE PANEL DE CONTROL					
AJUSTE DE TEMP.		ALARMA BAJA TEMP.		ALARMA ALTA TEMP.	
AJUSTE DE HUMEDAD		ALARMA BAJA HUM.		ALARMA ALTA HUM.	
AJUSTE AUTO FLUSH		PRIORIDAD COMPRESOR		CALIBRACIÓN SENSORES	
REVISIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO					
MTO. A CONTACTORES DE COMPRESOR 1				LECTURAS DE CORRIENTE EN COMPRESOR 1	
MTO. A CONTACTORES DE COMPRESOR 2				LECTURAS DE CORRIENTE EN COMPRESOR 2	
MTO. A CONTACTORES DE HUMIFICADOR				LECTURAS DE CORRIENTE EN HUMIFICADOR	
MTO. A CONTACTORES DE VENTILADOR				LECTURAS DE CORRIENTE EN VENTILADOR	
MTO. A CONTACTORES DE CONDENSADOR				LECTURAS DE CORRIENTE EN CONDENSADOR	
REVISIÓN MECÁNICA DEL EQUIPO					
ALINEACIÓN DE POLEAS		SOPORTE COMPRESORES		AJUSTE TORNIL	
SENSORES SUCCIÓN		MOTORES DE VENT.		REVISIÓN FUGAS	
LIMPIEZA GENERAL Y ENGRASADO DEL EQUIPO					
ENGRASADO FLECHA		LAVADO DE CHAROLA		PEINADO SERPENTINES	
ENGRASADO RODAM.		LAVADO DE CONDENSADOR		PINTURA Y CONSERV.	
CAMBIO DE FILTRO		LAVADO EVAPORADOR		REVISIÓN DEL DRENAJE	
LECTURAS DEL SISTEMA					
BAJA PRESIÓN COMPRESOR 1				ALTA PRESIÓN COMPRESOR 1	

2.4 Formato de Historial de trabajos de Mantenimiento

Es un registro histórico del desempeño de un equipo o máquina, que incluye lo siguiente:

- Fecha en que se realizó el trabajo de Mantenimiento
- El número de Orden de trabajo para referencia y más detalles de trabajo.
- El responsable de dicho trabajo.
- Descripción de trabajo.

Tabla N° 1.15. Perú: Historial de Trabajos de Mantenimiento



HISTORIAL DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

Equipo: COMPRESOR FRIGORIFICO CAM3
Código de Mantenimiento:
OT de Referencia:

Responsable: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO
Fecha:

CAUSA	ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	FIRMA	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO
C8	Revisión de pistones, sellos y sigueñal				
C16	Revisión del recalentamiento del motocompresor				
C1	Inspección de filtros				
C2	Monitoreo de presiones				
C2	Monitoreo del gas refrigerante				
C15	Verificación periódica del desgaste de tuberías				
C13	Detención de fugas de gas refrigerante				

2.5 Control de Operatividad de Cámaras

Dentro de las propuestas manuales de implementación, se propone implementar un tablero de control de la operatividad de cámaras que se tendrá en un administrador de datos y así detectar el estado de las cámaras si es OF-ON, esto servirá para tener un mejor reflejo del estado de los equipos de refrigeración. Ver Anexo 04 – Control de operatividad de las cámaras.

Tabla N° 1.16. Perú: Control de Operatividad de las Cámaras de Frio

Agroindustrias Inka Gold EIRL

TABLA N° ... PROPUESTA PARA LA EMPRESA: Control diario de las cámaras, sus equipos y componentes.

CAMARA 03	Estado																					
	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	08-jun	09-jun	10-jun	11-jun	12-jun	13-jun	14-jun	15-jun	16-jun	17-jun	18-jun	19-jun	20-jun	21-jun	22-jun
%	0%	81%	50%	50%	50%	50%	50%	91%	86%	88%	50%	95%	96%	96%	0%	94%	94%	50%	187%	96%	99%	50%
COMPONENTES																						
Unidad Condensadora																						
Compressor	15%	16%	13%	12%	100%	100%	0%	17%	2%	1%	0%	100%	100%	100%	45%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%
Condensador	100%	100%	0%	20%	100%	100%	14%	100%	100%	100%	100%	100%	4%	100%	100%	100%	6%	100%	5%	100%	100%	100%
Ventilador 01	0%	30%	0%	100%	24%	0%	23%	0%	3%	24%	50%	100%	100%	100%	1%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Filtro línea de Líquido	100%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	14%	100%	100%	100%	100%	56%	100%	55%	100%	22%	33%	100%	100%
Estado de Motor (megado).	0%	100%	100%	12%	0%	100%	100%	100%	23%	100%	23%	100%	23%	100%	100%	100%	8%	100%	100%	100%	100%	100%
Nivel de Refrigerante.	0%	100%	0%	100%	100%	23%	9%	100%	100%	3%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	21%	100%	100%	100%
Nivel de aceite	0%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	23%	100%	16%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Unidad Evaporadora																						
Valvula de expansión	3%	15%	100%	100%	9%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Resistencia de Evaporadores	12%	90%	44%	100%	84%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	47%	35%	100%	100%	100%	100%	100%	0%
Resistencia de Drenajes	25%	56%	100%	100%	100%	100%	56%	100%	30%	44%	12%	8%	97%	78%	100%	100%	56%	3400%	23%	100%	45%	45%
Ventilador 02	12%	12%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Drenaje	33%	34%	56%	35%	67%	23%	45%	38%	0%	53%	67%	87%	93%	45%	23%	12%	46%	21%	65%	76%	77%	23%
Unidad Condensadora																						
Compressor	0%	79%	77%	0%	100%	88%	137%	88%	88%	89%	100%	89%	100%	87%	0%	85%	100%	100%	89%	100%	100%	100%
Condensador	0%	19%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ventilador 01	100%	100%	33%	100%	100%	17%	100%	100%	15%	21%	100%	21%	100%	32%	100%	54%	100%	100%	23%	100%	100%	100%
Filtro línea de Líquido	67%	32%	100%	100%	100%	100%	356%	87%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	43%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Estado de Motor (megado).	100%	100%	100%	18%	100%	100%	100%	32%	100%	100%	100%	100%	100%	76%	55%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Nivel de Refrigerante.	100%	100%	5%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

ETAPA III: EJECUCIÓN DE CAPACITACIONES O TALENTO HUMANO

Agroindustrias Inka Gold EIRL, no cuenta con el personal capacitado para realizar cualquier trabajo de mantenimiento necesario, por el cual se ha propuesto crear un programa de capacitaciones, el cual permita generar desarrollo de los colaboradores tanto personal como profesional – Ver Anexo 05 – Programa de Capacitaciones.

DIAGNÓSTICO DE LA NECESIDAD DE CAPACITAR

1. PROGRAMA DE CAPACITACION Y EVALUACIÓN:

Inducción General

Módulo 1: Métodos de mantenimiento

- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Preventivo

Módulo 2: Manejo de Instrumentos de Mantenimiento Predictivo

- Nivel Básico

Módulo 3: Refrigeración

- Nivel Básico
- Nivel Intermedio

Módulo 4: Seguridad en manejo de Equipos de Refrigeración.

Evaluaciones

- 1°Evaluación
- 2° Evaluación
- 3° Evaluación
- 4° Evaluación

Para instalar el sistema en paralelo se realizará la compra de un equipo nuevo de refrigeración, y se repotenciará el sistema antiguo, evitando así la reducción de capacidad de producto terminado y la variación de la temperatura del producto que será exportado.

La programación del mantenimiento se hará en base a la disponibilidad de los equipos, seguida de las instrucciones del fabricante.

Es necesario que el operario tenga conocimientos sobre la instalación del nuevo equipo de refrigeración, para proceder a desarrollar el sistema en paralelo, logrando la efectiva eliminación y/o disminución de los cuellos de botella generados por fallos o paradas imprevistas.

A. COMPRA DEL NUEVO EQUIPO DE REFRIGERACION

La compra del Nuevo equipo de refrigeración está como una alternativa confiable para lograr un trabajo de 24 horas sin parada y con el sistema causa raíz, logrando obtener 0 fallas de manera que la disponibilidad de los equipos sea de un 100%. La compra beneficiará a la empresa en tanto que la empresa no tendrá problemas en un futuro cercano, a causa de paradas inesperadas y por mantenimientos correctivos que generan gastos elevados y pérdidas.

Se hizo un análisis de proveedores, luego se hizo la cotización respectiva y posterior se eligió que equipo se compraría, a buen precio, y con la garantía de calidad necesaria para que el equipo genere un buen funcionamiento.

- Se realizará la compra de un Equipo Nuevo de Refrigeración

Las Características:

Gas R22

Eficiencia 100%

Por su inigualable confiabilidad, los compresores, evaporadores, condensadores y ventiladores Bhon, se usan cada vez más en refrigeración comercial, por ser de garantía de calidad, ya que los contratistas y fabricantes de equipos originales [OEM] buscan

nuevas manera de aprovechar la tecnología en aplicaciones sanitarias, alimenticias y de supermercados. Ver Anexo 06 – Bhon.

Unidad Condensadora

Características:

Gas Refrigerante: HCFC- R22

Voltaje: 208-230V-3-60HZ

Rango de Aplicación: TSS de 4, 4 a -17.8°C

HP: 6.5 HP – 14HP

Ver Anexo BCT-012-BZ-03A-1-03-APM-Unidades-condensadoras-enfriadas-por-aire-SCROLL.pdf

Evaporador Nivel Industrial

Su diseño es Termoflex innovador, elimina fugas, reduce la pérdida del refrigerante.

Motor: 1150rpm

Voltaje: 230-460/3/60

Código de motores: V: Alto volumen aire

Ver Anexo BCT-123-Evaporadores-para Camaras-Frigorificas-Perfil-Industrial_BI.pdf.

Figura N° 1.2. Perú: Equipo Nuevo

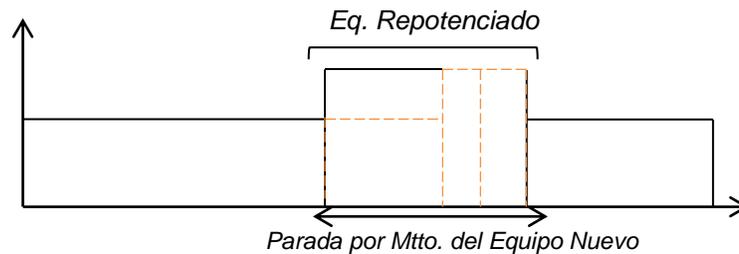


Precio: \$45000, incluye costo de instalación

B. REPOTENCIACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE REFRIGERACIÓN:

La empresa para lograr tener una producción de 24 horas diarias trabajadas procesando esparrago y llegar a la capacidad necesaria de embarque se tiene que tener un equipo que esté disponible para cuando el equipo nuevo entre en mantenimiento, generando así la Redundancia en fallos término utilizado en mantenimiento cuando se instalan equipos en paralelo para no tener paradas por mantenimiento preventivo.

Diagrama N° 1.23. Perú: Redundancia en Frio



B.1 Pasos a seguir para la Repotenciación:

1.1 MOTOR ELECTRICO

- Reparación del motor eléctrico, incluye balanceo dinámico del rotor
- Reparación / cambio de acoplamiento de motor y compresor
- Cambio de rodamientos en el motor
- Verificación de la resistencia de aislamiento de la bobina del motor
- Verificación del sistema de arranque y para del motor eléctrico

1.2 COMPRESOR

- Verificar desgaste de segmentos de sellado entre los pistones y cilindros del compresor, utilizando láminas de calibración.

- Verificación de válvulas de admisión e impulsión de los cilindros del compresor.
- Verificación de los cojinetes del cigüeñal del compresor.
- Establecer frecuencia de recambio del aceite del compresor

1.3 CONDENSADOR

- Limpieza de tubos y aletas de enfriamiento del condensador
- Verificación de los filtros del condensador
- Verificación del ventilador y motor del condensador
- Válvula de expansión
- Calibrar la válvula, verificar su capacidad con una válvula patrón para verificar su estado de acuerdo a su presión.

1.4 EVAPORADOR

- Detectar fugas en tuberías y conexiones
- Establecer programa de limpieza interna de los tubos del evaporador
- Verificar el estado de los moto ventiladores
- Establecer cambio de los filtros de secado en el evaporador
- Calibrar / renovar instrumento de medida: termómetros, manómetros, etc.

II. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO IMPLEMENTANDO UN SISTEMA NUEVO Y LA REPOTENCIACIÓN DEL ANTIGUO

2.1 Evaluación Inicial:

La verificación del cumplimiento de la propuesta según el Manual de Instrucciones del Fabricante, se detalla en la siguiente figura N°17, donde se programa un Mantenimiento de 312 horas de trabajo con Equipo Nuevo, el MTTF actual sería de 312 horas, luego unas 48 horas para revisión y mantenimiento (MTTF de Equipo repotenciado), esto se dará cuando el equipo

nuevo para tener un mantenimiento, colocando el equipo antiguo en marcha. Debido a que la producción no debe parar y el nivel refrigerante debe ser el ideal para la conservación del espárrago. No obstante se genera un ciclo contiguo por tres meses y el supervisor evaluará si el Equipo nuevo marcha bien, el mantenimiento se aplaza a 672 horas y posteriormente se estaría estableciendo un Mantenimiento a 720 horas o sea una vez al mes, tiempos establecidos según el fabricante. Ver anexo Programación de Mantenimiento. Ver Anexo 07 – MTTF Propuesto.

Tabla N° 1.18. Perú: Programación de Mantenimiento Preventivo con Sistema de Refrigeración en paralelo.



Tabla N° ... Programación de Mantenimiento Preventivo Aplicando un Sistema en paralelo

MES	ENERO																		FEBRERO																											
Equipo Nuevo en Operación	Equipo Nuevo en Operación												Equipo Nuevo Mantto	Equipo nuevo en operación						Equipo Nuevo Mantto																										
Días / Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
MTTF	← MTTF DE EQUIPO NUEVO: 312 h/semana →													Equipo Antiquo Operación	Equipo Antiquo Mantto menor							Equipo Antiquo Operación	Equipo Antiquo Mantto menor				Equipo Antiquo Operación	Equipo Antiquo Mantto menor																		
	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Dom	Lun	Mar	Mié	Mar
														← MTTF EQ. ANTICUO →		← MTTF DE EQUIPO NUEVO: 312 H/SEMANA →																														

*Nuevo MTTF del Equipo Nuevo según el Manual del Fabricante.

A. Nivel de Confiabilidad de los Equipos

Con la Implementación del sistema nuevo y la repotenciación se obtendrá:

$$R_1 \text{ MTTF} \geq 1000 \text{ Hrs}$$

$$R_2 \text{ MTTF} \geq 500 \text{ Hrs}$$

$$\begin{aligned}
 R_{\text{nuevo}} &= e^{-\lambda \cdot t_{po}} \\
 \text{Sist. Nuevo } R_1 &= e^{-1/1000 \cdot 360} \\
 R_1 &= 69.76\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{\text{repotenciado}} &= e^{-\lambda \cdot t_{po}} \\
 \text{Sist. Repotenciado } R_2 &= e^{-1/500 \cdot 360} \\
 R_2 &= 48.67\%
 \end{aligned}$$

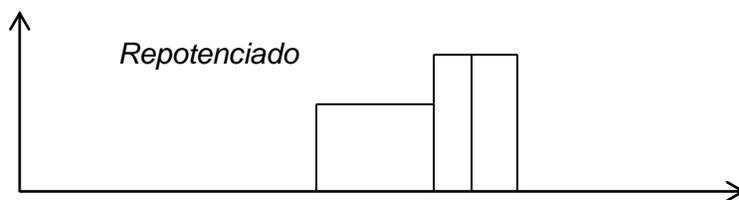
$$R \text{ en paralelo} = 1 - \pi (1 - R_1) - (1 - R_2)$$

$$R \text{ en paralelo} = 1 - \pi (1 - 0.6976) - (1 - 0.4867)$$

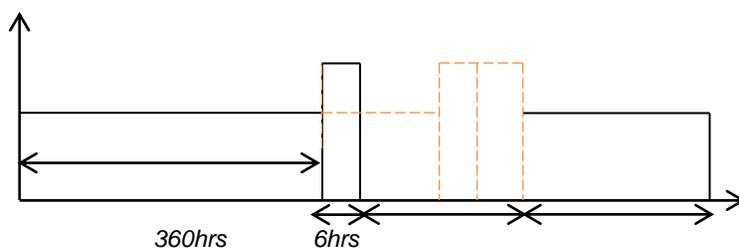
$$R \text{ en paralelo} = 84.47\%$$

B. Nivel de Disponibilidad Actual de los Equipos

REDUNDANCIA EN FRIO:



Nuevo



Eq. Repotenciado. + Eq. Nuevo: $D = 100\%$

Tabla N° 1.18. Perú: Disponibilidad con Equipo nuevo

EQUIPO NUEVO					
	Tiempo Calendario [Hrs]	Tiempo Planificado de Mtto	Tiempo de parada por falla [Hrs]	Tiempo neto operación mensual	Disponibilidad
MAYO	720	48	0	672	93.3%
JUNIO	720	48	0	672	93.3%
JULIO	720	48	0	672	93.3%
AGOSTO	720	48	0	672	93.3%
SETIEMBRE	720	48	0	672	93.3%
OCTUBRE	720	48	0	672	93.3%
NOVIEMBRE	720	48	0	672	93.3%
DICIEMBRE	720	48	0	672	93.3%

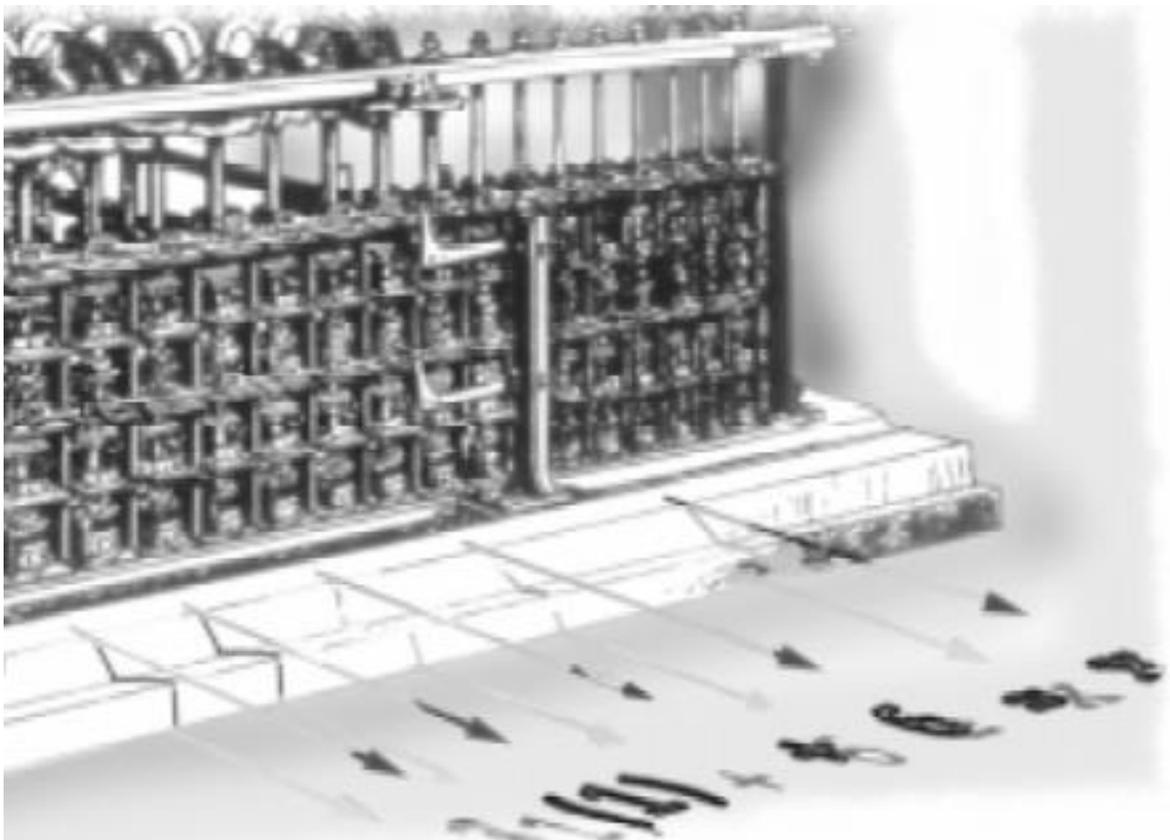
Tabla N° 1.19. Perú: Disponibilidad del Equipo Repotenciado

EQUIPO ANTIGUO - REPOTENCIADO					
	Tiempo Calendario [Hrs]	Tiempo Planificado de Mtto	Tiempo de parada por falla [Hrs]	Tiempo neto operación mensual	Disponibilidad
MAYO	720	24	0	48	6.7%
JUNIO	720	24	0	48	6.7%
JULIO	720	24	0	48	6.7%
AGOSTO	720	24	0	48	6.7%
SETIEMBRE	720	24	0	48	6.7%
OCTUBRE	720	24	0	48	6.7%
NOVIEMBRE	720	24	0	48	6.7%
DICIEMBRE	720	24	0	48	6.7%

Tabla N° 1.20. Perú: Disponibilidad Mensual (Stan by)

Disponibilidad mensual total proyectada			
DISPON EQUIPO ANTIGUO + DISPON EQUIPO NUEVO			
Mes	D. Equipo Nuevo	D. Equipo Antiguo	Dispon Total
MAYO	93.3%	6.7%	100.0%
JUNIO	93.3%	6.7%	100.0%
JULIO	93.3%	6.7%	100.0%
AGOSTO	93.3%	6.7%	100.0%
SETIEMBRE	93.3%	6.7%	100.0%
OCTUBRE	93.3%	6.7%	100.0%
NOVIEMBRE	93.3%	6.7%	100.0%
DICIEMBRE	93.3%	6.7%	100.0%

CAPITULO 5



EVALUACIÓN ECONÓMICA

Pérdidas Económicas en la actualidad

5.1.1 Pérdidas por no tener un Plan de Mantenimiento Preventivo con Sistema en Paralelo – Ver Anexo 08 – Packing List.

Tabla N° 1.21. Perú: Reporte de Packing List

Item	Pallet N°	VARIEDAD	TALLA	PRESENTACIÓN	N° DE CAJAS	DESTINO
1	0 12	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
2	0 13	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
3	0 14	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
4	0 15	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
5	0 16	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
6	0 17	VERDE	MD	GENERICA	140	MIAMI
7	0 18	VERDE	MD	GENERICA	140	MIAMI
8	0 19	VERDE	MD	GENERICA	140	MIAMI
9	0 20	VERDE	LG	GENERICA	140	MIAMI
10	0 21	VERDE	LG	GENERICA	140	MIAMI
11	0 22	VERDE	SMALL	GENERICA	140	MIAMI
12	0 23	VERDE	SMALL	GENERICA	140	MIAMI
13	0 24	VERDE	STD	GENERICA	140	MIAMI
14	0 25	VERDE	XL	GENERICA	101	MIAMI
		VERDE	JB	GENERICA	39	MIAMI
15	0 26	VERDE	STD	GENERICA	47	MIAMI
		VERDE	MD	GENERICA	47	MIAMI
		VERDE	LG	GENERICA	19	MIAMI
		VERDE	XL	GENERICA	27	MIAMI

Total:	15	Pallets
N° de cajas:	2100	cajas
Kg/ dia:	10500	Kg

Precio de Venta	SM	JB/XL/MD/STD
\$ / caja	12	16
N° cajas	280	1820
Total	3360	29120

32480

\$/embarque

Fuente: Datos de la Empresa

5.2 Inversiones para las Propuestas de Mejora

La inversión de la propuesta será basada en la adquisición de equipos, herramientas y/o instrumentos para la revisión y ajustes básicos realizados dentro de la empresa; dicho desembolso se efectuará en el mes cero una vez iniciada la implementación del Plan de Mantenimiento preventivo con sistema de refrigeración en paralelo.

5.2.1 Inversión

Inversión 1: Plan de Mantenimiento Preventivo

Se considera como Inversión 01, acondicionar un área de mantenimiento dentro de la Empresa como:

- 04 Laptop
- 02 Escritorio
- 06 Útiles de escritorio
- 06 Sillas

Inversión 2: Sistema en Paralelo

Se considera como Inversión 02, Implementar un Sistema en Paralelo en un Plan de Mantenimiento Preventivo, comprando un Equipo de Refrigeración Nuevo y repotenciar el antiguo.

Se realizará la compra de un Nuevo Equipo de Refrigeración:

- 01 Unidad Compresora
- 03 Evaporadores
- 01 Unidad Condensadora
- 06 Ventiladores

Se ha considerado tener los equipos de detección de fallos, como:

- 02 Controlador de aceite electrónico
- 04 Termómetro digital
- 04 Manómetro
- 04 Multitester
- 02 Viscómetros

Como Inversión 03 tenemos las Herramientas a utilizar, tanto manuales como portátiles.

- 02 Juego de Herramientas

Tabla N° 1.22. Perú: Inversión de la Propuesta

		INVERSION		
		(precio en \$)	unidades	
Equipo Nuevo Compresor , Unidad Condensadora Unidad Evaporadora	Compresor	5320.00	1	5320.00
	Condensador	16160.00	1	16160.00
	Ventilador + guarda	70.00	6	420.00
	Evaporador	8160.00	3	24480.00
	Motor	12500.00	1	12500.00
	Valvula de expansión	390.00	4	1560.00
	Válvula chek de succion y descarga	370.00	2	740.00
	Filtros de succión	230.00	4	920.00
	Filtros deshidratador	160.00	4	640.00
	Indicador de Liquido	80.00	4	320.00
	Termostato	270.00	2	540.00
	Controlador de temperatura	615.00	2	1230.00
	Repotenciación Equipo Antiguo	Repotenciación	7500.00	1
Repuestos		3200.00		3200.00
Equipamiento Oficina de Mantenimiento	Laptop	650.00	4	2600.00
	Escritorio	180.00	4	720.00
	Utilies de escritorio	100.00	6	600.00
	Sillas	120.00	6	720.00
Equipos de detección de fallos	* Controlador de aceite electronico	1145.00	2	2290.00
	* Termómetro digital	105.00	4	420.00
	* Manómetro	120.00	4	480.00
	* Multitester	95.00	4	380.00
	* Viscosimetro	350.00	2	700.00
Herramientas	Juego de herramientas	200.00	2	400.00
				\$84,840.00

Fuente: Elaboración Propia

Ver Anexo 09 - Cotizaciones

5.2.2 Depreciación

Dada la inversión de la propuesta, las maquinarias, equipos y herramientas, sufren un desgaste periódico de su vida útil, al comprarlo se deprecian y de acuerdo a las especificaciones de la Sunat, ésta depreciación puede ser en porcentaje o en años. Por lo consecuente la vida útil se ve plasmada en la disponibilidad y funcionabilidad de los equipos. Ver Anexo 10 – SUNAT.

Tabla N° 1.23. Perú: Depreciación de Equipos, Maquinaria y Herramientas

		INVERSION			DEPRECIACION	
		(precio en \$)	unidades		\$	
Equipo Nuevo Compresor , Unidad Condensadora Unidad Evaporadora	Compresor	5320.00	1	5320.00	10 años	532
	Condensador	16160.00	1	16160.00	10 años	1616
	Ventilador + guarda	70.00	6	420.00	5 años	84
	Evaporador	8160.00	3	24480.00	10 años	2448
	Motor	12500.00	1	12500.00	10 años	1250
	Valvula de expansión	390.00	4	1560.00	5 años	312
	Válvula chek de succion y descarga	370.00	2	740.00	5 años	148
	Filtros de succión	230.00	4	920.00	5 años	184
	Filtros deshidratador	160.00	4	640.00	5 años	128
	Indicador de Liquido	80.00	4	320.00	5 años	64
	Termostato	270.00	2	540.00	5 años	108
	Controlador de temperatura	615.00	2	1230.00	10 años	123
Repotenciación Equipo Antiguo	Repotenciación	7500.00	1	7500.00	10 años	750.00
	Repuestos	3200.00		3200.00		
Equipamiento Oficina de Mantenimiento	Laptop	650.00	4	2600.00	5 años	130.00
	Escritorio	180.00	4	720.00	5 años	36.00
	Utiles de escritorio	100.00	6	600.00	2 años	50.00
	Sillas	120.00	6	720.00	2 años	60.00
Equipos de detección de fallos	* Controlador de aceite electronico	1145.00	2	2290.00	5 años	458.00
	* Termómetro digital	105.00	4	420.00	5 años	21.00
	* Manómetro	120.00	4	480.00	5 años	24.00
	* Multitester	95.00	4	380.00	5 años	19.00
	* Viscosimetro	350.00	2	700.00		
Herramientas	Juego de herramientas	200.00	2	400.00	2 años	100.00
				\$84,840.00		
						\$8,645.00

Fuente: Elboración Propia

5.3 Costos de Implementar un Plan de Mantenimiento con Sistema en Paralelo

Costos de Mantenimiento: Este es el punto más importante para hacer el plan de mantenimiento. Este influirá en el presupuesto que necesita la empresa para el departamento de mantenimiento.

Los costos de la propuesta están dados en la remuneración del Supervisor de Mantenimiento, al asistente de Mantenimiento, para llevar a cabo la adecuada aplicación del Plan de Mantenimiento se ha designado un costo adicional mensual para mantenibilidad y capacitaciones. Así mismo, se estima un costo mensual fijo en 12 años de duración de la vida útil del equipo nuevo.

Tabla N° 1.24. Perú: Costos de Implementar un PMP-SIST.//

		\$ / Mes	\$/Año
Adicionar personal (1)	Supervisor de Mantenimiento	1000	12000
	Asistente de Mantenimiento	450	5400
Capacitaciones (2)	Curso Mtto. Predictivo - Preventivo	700	8400
	Curso manejo de instrumentos	450	5400
	Curso de Refrigeración	900	10800
	Seguridad en Refrigeracion	350	4200
Mantenimiento (3)	Mantenibilidad	2000	24000
		5850	\$70,200.00

Fuente: Elaboración Propia

5.4 Beneficio de la Propuesta de Implementación

Si se establece los lineamientos indicados para la implementación del Sistema de Mantenimiento, se estima que el importe por concepto de embarque a Miami, como ingreso total de ventas y como no cumplido se manifiesta el embarque no completo.

Tabla N° 1.25. Perú: Beneficio de la Propuesta de Implementación

Plan de Mantenimiento Preventivo con Sistema en Paralelo

1	Actual		Propuesto		Ahorro	Ahorro por mes
	Kg / día	\$	Kg / día	\$		
Proceso						
Embarque no completado	10500	32480	13300	40432	7952	\$198,800.00
	Kg/mes	Actual	Propuesto			Ahorro por mes
Gasto en Frio aéreo	1837500	22050	13230			\$8,820.00

2	Incremento de la producción					
	(unidades/mes)					
	Actual Pallets	Cajas	Propuesto	Cajas	Incremento	Ahorro por mes
	18	2520	21	2940	3	\$156,870.00

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Estados Financieros

Para la evaluación financiera se considera un periodo de 12 años. Se estima de acuerdo a la depreciación el número de unidades a comprar. De esta manera se ha realizado el Estado de resultados, flujo de caja y la obtención del VAN.

Tabla N° 1.26. Perú: Estados Financieros

ESTADO DE RESULTADOS													
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00	\$ 2,491,440.00
Costos operativos		\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00	\$ 70,200.00
Depreciación activos		\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00
GAV		\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00	\$ 7,020.00
Utilidad antes de impuestos		\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00	\$ 2,405,575.00
Impuestos (30%)		\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50	\$ 721,672.50
Utilidad después de impuestos		\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50

FLUJO DE CAJA													
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50	\$ 1,683,902.50
Depreciación		\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00	\$ 8,645.00
Inversión	-\$ 84,840.00												
	-\$ 84,840.00	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50

VALOR ACTUAL NETO													
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
flujo neto de efectivo	-\$ 84,840.00	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50	\$ 1,692,547.50
VAN	\$7,428,745												

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00	2491440.00
Egresos		798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50	798892.50

Fuente: Elboración Propia

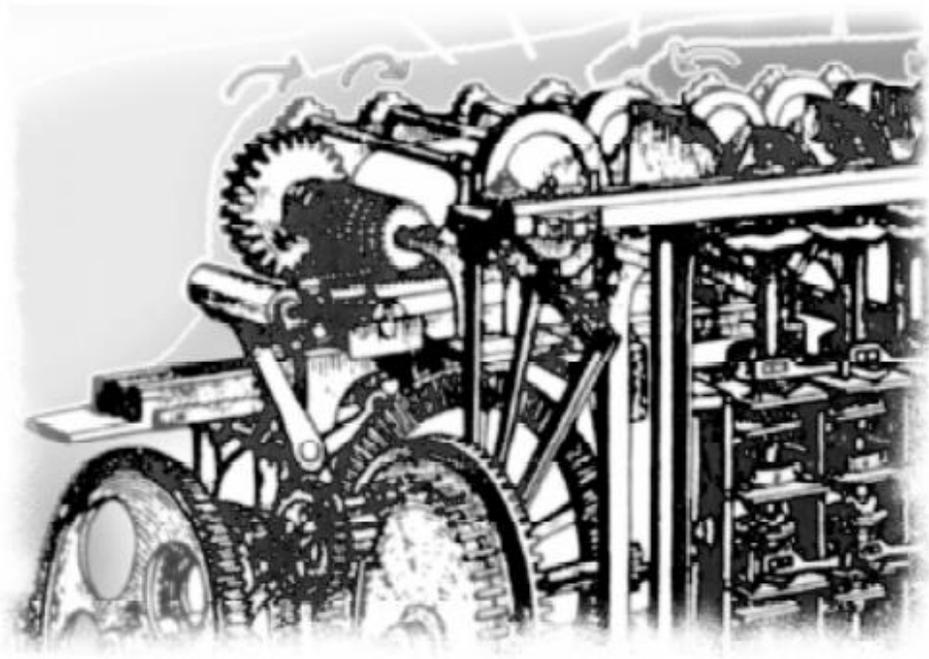
Debido al importe total que se deberá invertir para la ejecución de la propuesta, se considera que la empresa se encuentra en las condiciones de asumir tales gastos sin necesidad de un préstamo bancario. A pesar de ello, por motivo de representación, se realizará la evaluación económica. A continuación se presenta los ratios económicos de la evaluación de la propuesta:

Tabla N° 1.27. Perú: Van de Ingresos y Egresos

VAN Ingresos	\$11,060,042.12	
VAN Egresos	\$3,546,456.95	
B/C	3.1	
PRI	1.3	años
	15.3	meses

Se realizó un flujo de caja proyectado a 12 años, para el sistema de mantenimiento preventivo con sistema de refrigeración en paralelo y se pudo demostrar que la propuesta de implementación es económicamente viable al obtenerse un VAN de Ingresos \$11 060 042, se puede afirmar que la inversión generará excesivas ganancias, asimismo presenta un PRI – periodo de recuperación de retorno de 1.3 años, esto se concluye en un proyecto viable.

CAPITULO 6



DISCUSIÓN Y RESULTADOS

6.1 Falta de un Plan de Mantenimiento Preventivo:

C14: Falta de un plan de mantenimiento preventivo

El indicador nos detalla un porcentaje, de avance de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa Agroindustrial Inka Gold EIRL, inicialmente la empresa no contaba con un área de mantenimiento y sin personal a cargo de hacer mantenimiento, después de lo propuesto y de acuerdo a los resultados obtenidos, se llega a implementar un 50% de la gestión de mantenimiento, inicialmente dado por un Plan de Mantenimiento Preventivo que será desarrollada de acuerdo al Manual del fabricante.

C13: Bajo Nivel de Refrigerante en el sistema causado por fuga de gas

La presión baja del refrigerante está dada según las fugas de gas que puede tener el equipo, en cuanto a la repercusión al sistema se da en la temperatura ambiente de la cámara de refrigeración de producto terminado, la empresa al no contar con mantenimiento preventivo, no se puede detectar la falla y baja el nivel de refrigerante, y después de la propuesta se llegó a obtener la temperatura que el cliente requiere que es a 0°C.

C18: Presión de condensación elevada

Temperatura del producto, por condensación elevada, al tener la presión de condensación elevada, cambia la presión del sistema y al elevar la presión aumenta la temperatura de la cámara, después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo se obtendrá una temperatura ideal requerida por el manual del fabricante y del cliente, para la conservación del Espárrago a 0°C.

Tabla 7
Requerimientos y propiedades de almacenamiento para productos perecederos

Mercancía	Condiciones de Almacenamiento			Punto de Congelación más alto °F
	Temp. Almacenamiento °F	Humedad Relativa %	Vida* Aprox. de Almacenamiento	
Manzanas	30-40	90	3-8 meses	29.3
Espárragos	32-36	95	2-3 semanas	30.9
Aguacates	45-55	85-	2-4 semanas	31.5
Plátanos	55-65	85-95	-	30.6
Habas	-	-	-	30.1
Secas	-	-	-	-
Frijol verde(ejote)	40-45	90-95	7-10 días	30.7
Lima	32-40	90	1 semana	31.0
Cerveza barril	35-40	-	3-8 semanas	28.0
Botellas, latas	35-40	65 o abajo	3-6 meses	28.0
Remolacha, residuos	32	95-100	4-6 meses	30.1
Zarzamora	31-32	95	3 días	30.5
Pan	-	-	1-3 meses	16 a 20

Fuente: *Manual del Fabricante Bohn*

C7: Falta de personal capacitado para trabajos de mantenimiento

Se hizo una programación de capacitaciones para 15 trabajadores, con temas relacionados con el Mantenimiento Básico y las incidencias en seguridad, en cuanto a los resultados serán medidos bajo un programa de evaluaciones que se medirán de acuerdo al tema dictado.

C1 : Obstrucción del filtro de la válvula de expansión termostática

El grado de obstrucción del filtro está relacionado a las incrustaciones que residuos que impiden el paso del gas refrigerante, después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, basado en técnicas predictivas básicas, se logrará obtener limpiezas de los filtros y esto será en de acuerdo al manual del fabricante.

C2 : Caída de presión por obstrucción del filtro secador

Temperatura de la salida del compresor, la temperatura actual está dada en base a las experiencias empíricas de los trabajadores, y la meta está dada en base al manual del fabricante el cual nos da una temperatura de 54.4 °C.

Especificaciones

* CONDICIONES DE PRUEBA ASHRAE:		
	LBP	MBP / HBP
TEMP. EVAPORACION	-23.3 °C (-10 F)	7.22 °C (45 F)
TEMP. CONDENSACION	54.4 °C (130 F)	
TEMP. GAS DE RETORNO	32 °C (90 F)	
TEMP. AMBIENTE	32 °C (90 F)	35 °C (95 F)
TEMP. LIQUIDO	32 °C (90 F)	

Fuente: *Manual del Fabricante Bohn*

C15 : Fugas de las conexiones de tuberías debido a corrosión

El indicador de esta causa, está dado debido al tiempo de reposo del compresor, al tener un mantenimiento preventivo las tuberías ya no tendrán corrosión y el gas R22 pasará de manera que no generará más fugas, por el cual el sistema tendrá su tiempo pausado de reposo en unos 15 min de acuerdo a lo establecido al manual del fabricante.

6.2 Implementación de un Sistema en Paralelo:

C8 : Desgaste de válvulas y sellos de los pistones del compresor

El indicador de esta causa está dado por la presión baja del refrigerante dado en la temperatura de salida del compresor, esto implica que al instalar un sistema en paralelo con equipo nuevo y con el otro repotenciado, se está eliminando el futuro desgaste y se obtendrá una temperatura ideal de acuerdo al manual del fabricante, en la salida del compresor que sería de 80°C.

C14 : Equipos obsoletos

Los equipos obsoletos hacen referencia a los equipos que ya no tienen arreglo ni con repotenciación, al instalar un sistema nuevo de refrigeración, estamos reemplazando 4 equipos (Un compresor, un evaporador, dos ventiladores), nos quedarían 3 equipos que serán desechados y los otros

se repotenciarán.

C16 : Temperatura elevada por el recalentamiento de moto compresor

Temperatura elevada del cojinete del compresor, está dado en la temperatura salida del compresor $T_{sat} (^{\circ}C) = 40^{\circ}C$ de acuerdo a la tabla del gas R22, esto se llega al tener la instalación con un plan de mantenimiento preventivo.

Tabla 2.7: Entalpía del líquido subenfriado y el vapor sobrecalentado para el R-22
h (kJ/kg), R-22, CHClF₂, Clorodifluorometano

t_{sat} ($^{\circ}C$)	P (kPa)	t ($^{\circ}C$)															
		-50	-40	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
70	2998	144.7	155.6	166.6	177.7	189.1	200.6	212.3	224.3	236.7	249.5	262.9	277.2		430	442	452
65	2702	144.6	155.5	166.5	177.7	189	200.5	212.2	224.3	236.7	249.5	263	277.5	424	436	446	456
60	2428	144.5	155.4	166.4	177.6	188.9	200.4	212.2	224.2	236.7	249.6	263.2		429	440	450	459
55	2176	144.4	155.3	166.3	177.5	188.8	200.4	212.1	224.2	236.7	249.6	263.3	423.4	434	444	453	462
50	1943	144.3	155.2	166.2	177.4	188.8	200.3	212.1	224.2	236.7	249.7		428	438	447	456	465
45	1730	144.2	155.1	166.2	177.3	188.7	200.3	212.1	224.2	236.7	249.7	422.1	431.7	441	450	458	467
40	1534	144.1	155.1	166.1	177.3	188.6	200.2	212	224.2	236.7		425.9	434.9	444	452	461	469
35	1355	144.1	155	166	177.2	188.6	200.2	212	224.2	236.7	420	429	437.5	446	454	462	471
30	1192	144	154.9	166	177.2	188.6	200.1	212	224.2		423.1	431.6	439.8	448	456	464	472
25	1044	144	154.9	165.9	177.1	188.5	200.1	212	224.2	417.4	425.7	433.8	441.8	450	458	466	474

Fuente: *Manual del Fabricante Bohn*

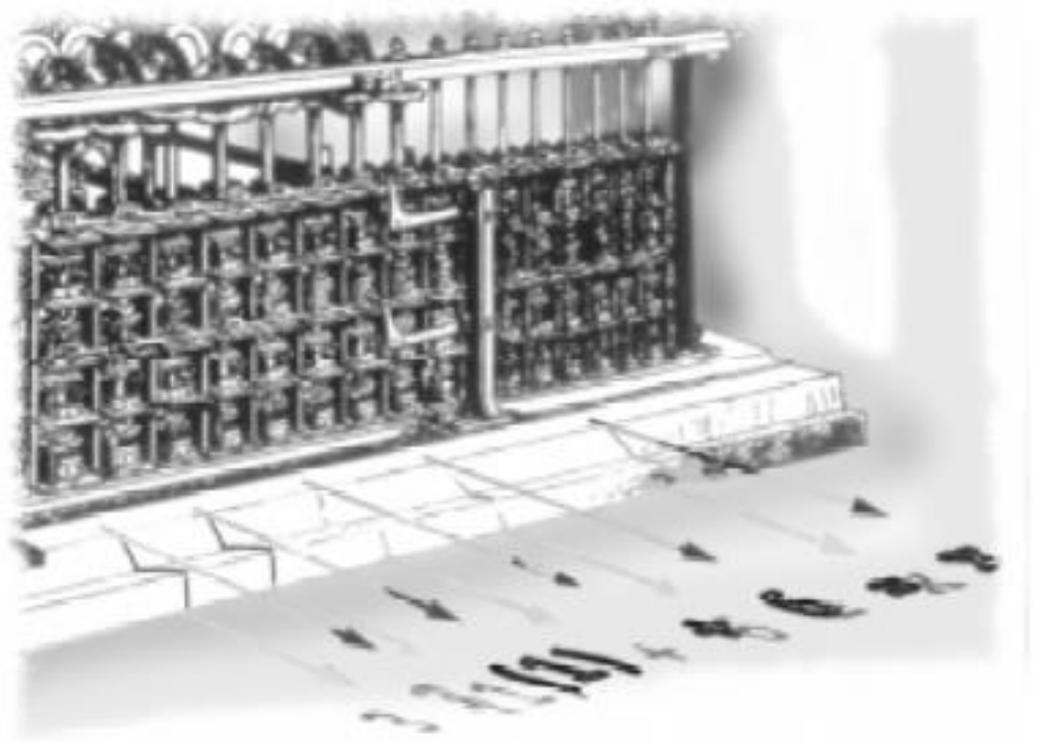
Tabla N° 1.28. Perú: Análisis de Resultados

PROPUESTA DE SOLUCIÓN POR CADA CAUSA									
Item	Causa	INDICADOR	Detalle de Indicador	UND Medición	Tipo IND	Resultado Actual	Meta	Se obtuvo como Resultado	Popuesta
C11	Falta de un Mantenimiento Preventivo	Porcentaje de avance de programa de Mto. Preventivo.	Porcentaje de Equipos en Mantenimiento.	%	C	0	50	50%	Desarrollar un Plan de Mantenimiento preventivo, al implementar un sistema de refrigeración en paralelo.
C13	Bajo nivel de refrigerante en el sistema causado por fugas de gas.	Presión baja del refrigerante.	Presión baja / fuga de gas	°C ó °F	D	1.49 ó 47.68 °F	0 °C ó 32°F	0°C	Mantenimiento preventivo, mejorado con técnicas predictivas básicas, con detección de fugas de gas refrigerante por Ultrasonidos.
C18	Presión de condensación elevada	Temperatura del producto / presión elevada.	Presión Elevada	°C	D	2.4	0	0°C de Temperatura ideal del producto.	Mantenimiento preventivo, mejorado con técnicas predictivas básicas, con detección constante de presiones.
C7	Falta de personal capacitado para trabajos de mantenimiento.	N° de personas capacitadas para trabajos de mantenimiento.	N° personas capacitadas	Persona	C	0	15	Capacitación al 100%	Establecer un programa de capacitación para los trabajadores, sobre mantenimiento preventivo.
C1	Obstrucción del filtro de la válvula de expansión termostática.	Grado de obstrucción del filtro.	Porcentaje de Obstrucción	%	D	100	50	Al programar Mantenimiento Preventivo se elimina esta causa raíz.	Realizar una inspección al 50% del filtro, retirar la presión del sistema e inyectar gas 14-1B para la limpieza.
C2	Caída de presión por obstrucción del filtro secador.	Temperatura de la salida del condensador.	Presión baja / obstrucción.	T°C	C	45	54.4	Se llega a obtener la temperatura ideal de 54.4 °C	Establecer periodos de cambio de filtros, monitoreando las presiones del gas refrigerante.
C15	Fugas de conexiones de tuberías debido a la corrosión.	Tiempo de reposo del compresor.	Min / hora	Tiempo Min	C	0.00	15-20	Tiempo de reposo 15 min	Implementar la verificación periódica del desgaste, utilizando láminas de calibración.
C8	Desgaste de válvulas y sellos de los pistones del compresor.	Presión baja del refrigerante en Temperatura de salida del compresor.	Presión baja por reducción de estanqueidad en válvulas y sellos de pistones.	°C	C	65	80	Tsc= 80° C	Repotenciación del compresor, tener stock de repuestos de válvulas, pistones, sellos y reparando cigüeñal del mismo, cambiando según el desgaste, en promedio de 6 a 8 meses con operación continua.
C14	Equipos Obsoletos	N° de equipos obsoletos	N° de equipos obsoletos	Unid	D	7	3	Compra de Equipo nuevo de Refrigeración.	Adquisición de Equipo de refrigeración, que trabajará en paralelo con el equipo antiguo - repotenciado.
C16	Temperatura elevada por el recalentamiento del moto compresor.	Temperatura elevada del cojinete del compresor.	Temperatura / compresor	°C	D	55	40	Tiempo meta alcanzado al 40°C	Al motor antiguo se le hará una repotenciación, es decir una reparación capital, de tal modo que quede como nuevo y su trabajo será monitoreado por mediciones de temperatura y vibraciones.

Plan de
Mantenimiento
Preventivo

Implementación de un
Sistema en paralelo

CAPÍTULO 7



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico inicial a la Empresa, y se detectó la disponibilidad, confiabilidad y estado de fallas de sus Equipos de Refrigeración el cual nos deja en claro cual es el estado actual de los equipos, siendo los siguientes:
 - Disponibilidad mensual promedio: 97%
 - Confiabilidad: 9.84%
 - Estado de fallas: 20 min a 3 horas de parada / falla.
- Se propone un Plan de Mantenimiento Preventivo, implementando un área de Mantenimiento y contratando a un personal especialista en refrigeración y a un asistente. El especialista quien desempeñe el cargo como supervisor y ser la persona que haga cumplir el rol de las actividades programadas en el Plan de Mantenimiento Preventivo, basado en el manual del fabricante.
- Se Implementó un Sistema en Paralelo de Refrigeración, con la compra de un Equipo Nuevo de Refrigeración y la Repotenciación del Equipo antiguo, trabajando el nuevo al 100% y el otro en Stan By, solo puesto en marcha cuando el equipo nuevo entre en mantenimiento, logrando así una disponibilidad del 100% y una confiabilidad del 84%.
- Se realizó la evaluación económica, con un flujo de caja proyectado a 12 años, para el Sistema de Mantenimiento Preventivo con Sistema de Refrigeración en paralelo y se pudo demostrar que la propuesta de implementación es económicamente viable al obtenerse un VAN de Ingresos \$11 060 042 anual, y se puede afirmar que la inversión producirá ganancias elevadas, asimismo presenta un PRI de 1.3 años esto concluye en un proyecto rentable y viable.

6.2 Recomendaciones

IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Se recomienda al Gerente revisar la propuesta y tomar la decisión de implementación del Mantenimiento Preventivo, debido que esto se reflejará en el aumento la disponibilidad de sus unidades de refrigeración y la el grado de confiabilidad será mayor, así no habrá más mantenimiento correctivo y esto ayudará a mejorar la calidad del producto, del servicio brindado y sobre todo generará un impacto económico positivo.

EN LA COMPRA DEL NUEVO EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

Se recomienda a la Gerencia Invertir en la compra del Nuevo Equipo puesto que les generará grandes y jugosas ganancias.

En cuanto a ALMACEN, se recomienda hacer un aprovisionamiento, debido a la compra de los insumos, herramientas, equipos de calibración, entre otros

En cuanto a SEGURIDAD, se le recomienda que de la mano de toda implementación está la seguridad de los trabajadores, por ello se ha creído conveniente dejar una Matriz IPERC (Identificación de peligros, riesgos y control) para tenerla en cuenta siempre y la seguridad es lo primero. Ver Anexo 11 – Matriz IPERC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Texto 01] Redondo, Juan. Un modelo matemático óptimo de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la aviación comercial. Tesis Doctoral para optar el grado académico de Doctor. UNED - 2007.

[Texto 02] Organización y planificación de Sistemas de Mantenimiento. Luis Martínez R.-Centro de Altos Estudios Gerenciales – Instituto Superior de Investigación y Desarrollo. Caracas 2007.

[Texto 03] Universidad Carlos III de Madrid. Área de Ingeniería Mecánica-Mantenimiento Industrial. M°.Belén Muñoz Abella.

[Texto 04] Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control, Duffua, Raouf, Dixon. México

[Texto 05] Mantenimiento por Jezdimir Knezevic -1996 Esta primera edición de MANTENIMIENTO de la serie de Monografías de Ingeniería de Sistemas se terminó de imprimir el día 1 de abril de 1996.

[Texto 06]Tavares, Lourival, Administración moderna del Mantenimiento, Datastream 2000.

[Texto 07].Propuesta de una estrategia de mantenimiento basado en confiabilidad-embc, para disminuir tiempos perdidos en el área de preparación y molienda de caña de una planta agroindustrial.- Bach. Sandra romero valladolid-trujillo-2013.

LYNKOGRAFÍA

[URL 01] El Instituto Nacional de Estadística e Informática <http://www.inei.gob.pe/>

[URL 02] Economía y Finanzas. Septiembre del 2014

<http://peru.com/actualidad/economia-y-finanzas/peru-primer-exportador-mundial-esparragos-frescos-noticia-286207>).

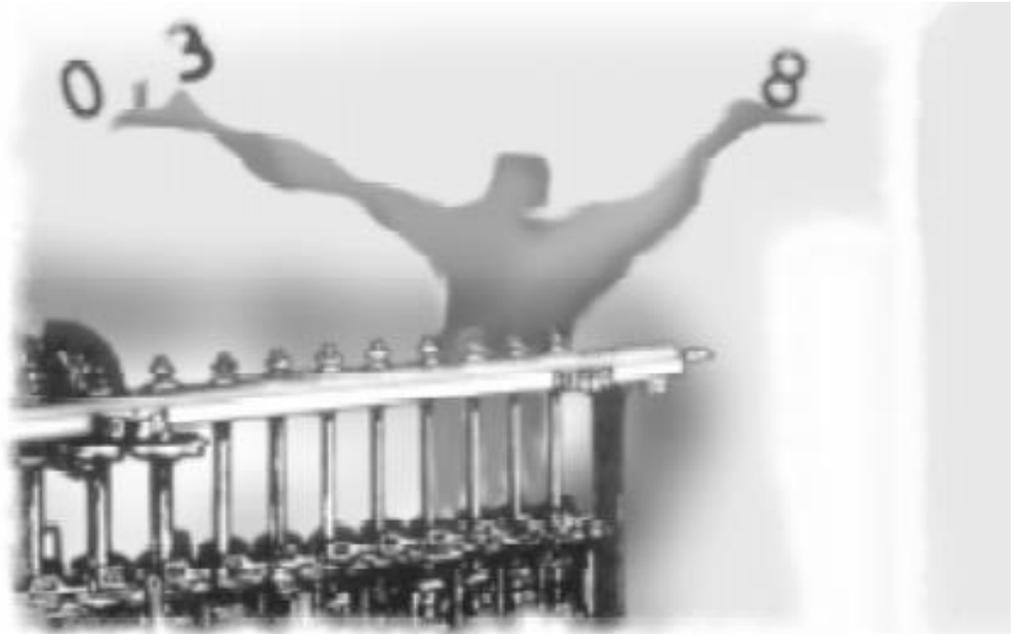
[URL 03] Ministerio de Agricultura y Riego – Perú – Enero 2015

<http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/agricola/cultivos-de-importancia-nacional/esp%C3%A1rragos/generalidades-del-producto17>)

[URL 04] Scientia et Technica, Dairo H. Mesa, Yesid Ortiz Sánchez y Manual P. - Universidad Tecnológica de Pereira Colombia – Mayo 2006

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>

ANEXOS



Anexo 01 – MTTR Actual

Anexo 02 - Descripción del Proceso

Anexo 03 - Manual de Ingeniería BOHN

Anexo 04 - Formatos de Mantenimiento



Orden de Trabajo (OT)



Agroindustrias Inka Gold EIRL

ORDEN DE TRABAJO						Orden N°	
SOLICITANTE:							
Equipo		Sección		Cuenta N°		Unidad N°	
Descripción del trabajo o de la Falla							
Supervisor				Prioridad/Fecha		Firma	
PLANIFICACIÓN							
Ord. N°	Descripción del trabajo	Sección	Tiempo Estimado	Fecha por Plan		Mano de Obra	
				Inicio	Término		
Procedimientos necesarios				Materiales a solicitar			
Reporte de los Trabajos Ejecutados							
Piezas de repuestos y materiales utilizados							
Fecha de Inicio	Fecha de Term.	Tiempo Total	OP 1	OP2	OP3	Aprobación	
						Fech.	Firm.

Hoja de Inspección de Equipos



Agroindustrias Inka Gold EIRL

HOJA DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS DE FRIO

FECHA:	RUTINA:	
RESPONSABLE:	AREA:	
CARGO:	EQUIPO:	

CAMBIO DE FILTRO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	LIMPIEZA DE CONDENSADORES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CAMBIO DE LIQUIDO	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	FILTROS DE EVAPORADORES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CAMBIO DE VÁLVULA SOLENOIDE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	CHUMACERAS, BANDAS Y FLECHAS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CAMBIO DE BANDAS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	BANDAS Y POLEAS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
AMPERAJES COMPRESOR	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	REVISIÓN DE FUGAS EN SISTEMA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			FUSIBLES CONTROL	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			FUSIBLES CORRIENTE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			TIMER (OPERA)	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			CAMBIO DEL COMPRESOR	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			LAVADO DE SISTEMA	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
			SERPENTIN CONDENSADORA		
			SERPENTIN EVAPORADORA		
			CARGA GAS R-22		
			MODIFICACIÓN Y/O CORRECCIÓN DE TUBERIAS		
			CAMBIO DE PIEDRAS		

VOL DE ALIMENTACIÓN					
LIMPIEZA DE PLATINOS	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			
LIMPIEZA DE CONEXIONES	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			
AJUSTE DE CONTROL DE ALTA	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>			
AJUSTE DE CONTROL DE BAJA	B <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>			
PRESIÓN BAJA	LBS/PUL.2				
PRESIÓN ALTA	LBS/PUL.2				
AJUSTE DE CONTROL DE ACEITE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			
LIMPIEZA DRENAJE	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			

OBSERVACIONES:

Anexo 05 – Control de Operatividad de las Cámaras.



TABLA N° ... REGISTRO DIARIO DE ESTADO DE CÁMARAS Y COMPONENTES

CAMARA 05	Estado	01-feb	02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	08-feb	09-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	16-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	
		On	On																				
		%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
COMPONENTES																							
Unidad Condensadora		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Unidad Evaporadora		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Unidad Condensadora		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Compresor		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Condensador		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Ventilador 01		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Filtro Línea de Líquido		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Estado de Motor (megado).		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Nivel de Refrigerante.		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Nivel de aceite		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Unidad Evaporadora		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Valvula de expansión		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Resistencia de Evaporadores		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Resistencia de Drenajes		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Ventilador 01		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Drenaje		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Puertas		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Resistencia marco		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Anexo 06- Programa de Capacitaciones

Anexo 07 – Cotos Bohn



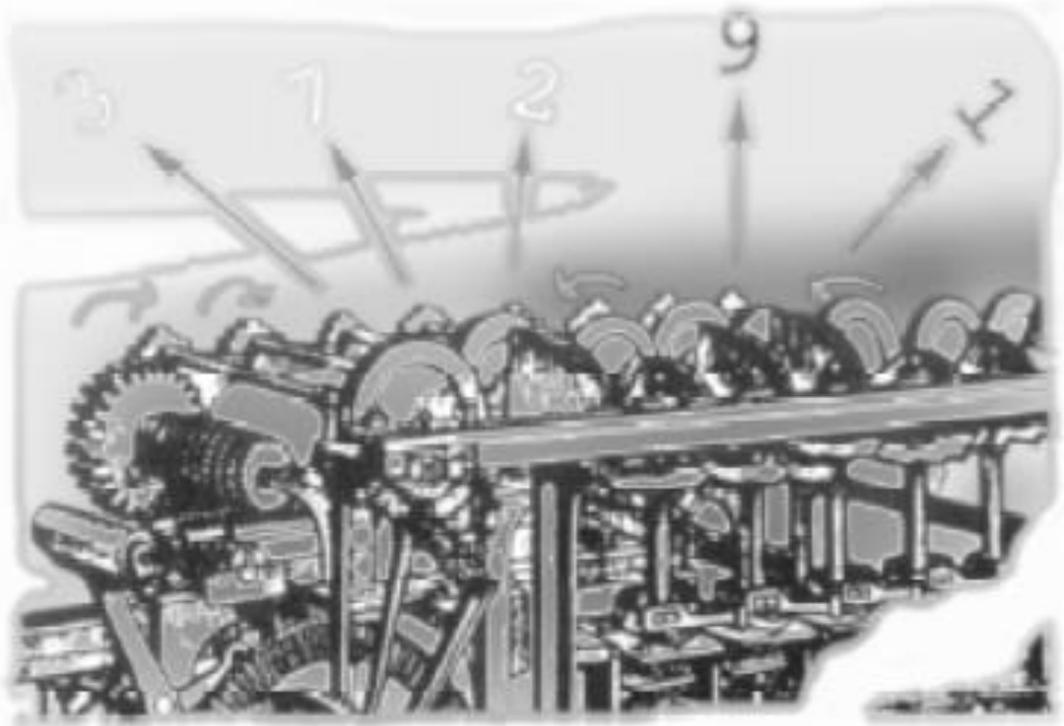
Anexo 08 – Packing List

VC

Anexo 09 – Cotizaciones

Anexo 10 - Iperc – Instalación de Cámaras

FOTOS





Vista Frontal de la Planta Procesadora de Espárrago – Agroindustria Inka Gold EIRL.



Procesamiento de Espárrago Verde.



Recepción de Cajas para el conteo antes de Hidroenfriar



Embarque no completo en el camión que llevará a Lima



Visita final a Planta