



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE ALIMENTOS DE LA EMPRESA MINERA LA ZANJA S.R.L.

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autores:**

Bach. Hermitáneo Chávez Salazar

Bach. Richard Edu Espinoza Giron

**Asesor:**

Ing. Alfonso Vergara Arzapalo

Cajamarca – Perú

2016

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	II
DEDICATORIA .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	16
1.4. LIMITACIONES.....	16
1.5. OBJETIVOS .....	17
1.5.1. <i>Objetivo General</i> .....	17
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	17
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>18</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. <i>Sistema de gestión de mantenimiento</i> .....	23
2.2.2. <i>Historia y Evolución del Mantenimiento</i> .....	25
2.2.3. <i>Definición Tradicional de Mantenimiento</i> .....	28
2.2.4. <i>Tipos de mantenimiento</i> .....	30
2.2.5. <i>Definición Moderna del Mantenimiento</i> .....	31
2.2.6. <i>Mantenimiento Preventivo</i> .....	32
2.2.7. <i>Análisis de criticidad</i> .....	34
2.2.8. <i>Indicadores de mantenimiento</i> .....	35
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	37
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>40</b>

3.1.	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	40
3.2.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	40
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
4.1.	TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	42
4.2.	MATERIAL.....	42
4.2.1.	<i>Unidad de estudio.....</i>	42
4.2.2.	<i>Población.....</i>	42
4.2.3.	<i>Muestra.....</i>	42
4.3.	MÉTODOS.....	43
4.3.1.	<i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.....</i>	43
4.3.2.	<i>Procedimientos.....</i>	43
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>DESARROLLO.....</b>	<b>46</b>
5.1.	PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA .....	46
5.1.1.	<i>Visión.....</i>	47
5.1.2.	<i>Misión.....</i>	47
5.1.3.	<i>Valores.....</i>	48
5.1.4.	<i>Objetivos.....</i>	48
5.1.5.	<i>Organigrama.....</i>	49
5.1.6.	<i>Mapeo de procesos.....</i>	50
5.2.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA DE ALIMENTOS.....	51
5.2.1.	<i>Recepción de materia prima.....</i>	51
5.2.2.	<i>Almacenamiento de productos secos, refrigerados y congelados.....</i>	51
5.2.3.	<i>Pre elaboración de alimentos.....</i>	51
5.2.4.	<i>Cocción general de los alimentos.....</i>	52
5.2.5.	<i>Cocción en seco.....</i>	52
5.2.6.	<i>Cocción de húmedos.....</i>	52
5.2.7.	<i>Servicio en contenedores de despacho.....</i>	52
5.3.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LOS EQUIPOS .....	52
5.3.1.	<i>Historial de fallas.....</i>	56
5.4.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS.....	56
5.4.1.	<i>Modelo de Criticidad Semicuantitativo.....</i>	56
5.5.	DISPONIBILIDAD INICIAL DE LOS EQUIPOS.....	63
5.5.1.	<i>Cálculo de la disponibilidad inicial.....</i>	64
5.6.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO PROPUESTO .....	68
5.6.1.	<i>Metodología del mantenimiento preventivo programado.....</i>	68

5.6.2.	<i>Plan de mantenimiento basado en instrucciones genéricas</i> .....	70
	<i>Existen tres métodos para determinar la frecuencia de las tareas de mantenimiento</i> .....	70
5.6.3.	<i>Alcance</i> .....	71
5.6.4.	<i>Responsables</i> .....	71
5.6.5.	<i>Documentos</i> .....	71
5.6.6.	<i>Procedimiento estándar de tarea para el mantenimiento preventivo</i> .....	71
5.6.7.	<i>Plan de mantenimiento para cada equipo critico</i> .....	77
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>97</b>
6.1.	CRITICIDAD DE EQUIPOS .....	97
6.2.	CÁLCULO DE LA DISPONIBILIDAD FINAL .....	98
6.2.1.	<i>Análisis de los indicadores de disponibilidad</i> .....	102
6.3.	INVERSIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	104
6.3.1.	<i>Análisis de los costos a mitigar</i> .....	105
6.3.2.	<i>Análisis de sensibilidad en un escenario normal</i> .....	106
6.3.3.	<i>Análisis de sensibilidad en un escenario optimista</i> .....	107
6.3.4.	<i>Análisis de sensibilidad en un escenario pesimista</i> .....	108
6.4.	PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	109
<b>CAPÍTULO 7.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>111</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>114</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>115</b>
	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>116</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>118</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la Variable Independiente y dependiente .....	41
Tabla 2: Listado de Equipos Planta de alimentos Minera la Zanja .....	54
Tabla 3: Valoración para determinar la criticidad de equipos .....	57
Tabla 4: Resultados del análisis de criticidad de los equipos .....	58
Tabla 5: Clasificación de los equipos según su grado de criticidad.....	60
Tabla 6: Tiempo total de operación en horas disponibles por mes, periodo de 6 meses.....	64
Tabla 7: Número de paradas correctivas periodo febrero - julio del 2015 .....	64
Tabla 8: Tiempos totales de reparación correctiva periodo febrero - julio del 2015 .....	65
Tabla 9: Indicadores MTBF y MTTR mensual periodo febrero - julio de 2015 .....	67
Tabla 10: Disponibilidad mensual periodo febrero - julio de 2015 .....	67
Tabla 11: Plan de mantenimiento preventivo de cámara de congelación .....	80
Tabla 12: Plan de mantenimiento preventivo de la cámara de fermentación.....	84
Tabla 13: Plan de mantenimiento preventivo de lavavajilla de arrastre.....	88
Tabla 14: Plan de mantenimiento preventivo del horno combistar .....	92
Tabla 15: Plan de mantenimiento preventivo del calentador industrial .....	96
Tabla 16: Tiempos totales de operación en horas por mes, periodo de 6 meses .....	98
Tabla 17: Número de paradas correctivas periodo agosto 2015 - enero 2016 .....	99
Tabla 18: Tiempo total de reparación correctiva periodo agosto 2015 - enero 2015 .....	99
Tabla 19: Indicadores MTBF y MTTR mensual periodo agosto 2015 - enero 2016.....	101
Tabla 20: Disponibilidad mensual periodo agosto 2015 - enero 2016.....	101
Tabla 21: Costos de inversión e implementación .....	105
Tabla 22: Costos que pueden mitigarse .....	106
Tabla 23: Flujo de caja neto del proyecto .....	106
Tabla 24: Costos que pueden mitigarse .....	107
Tabla 25: Flujo de caja del proyecto .....	108
Tabla 26: Costos que pueden mitigarse .....	108
Tabla 27: Flujo de caja del proyecto .....	109
Tabla 28: Disponibilidad inicial y Final de los equipos críticos .....	110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de causa - efecto (Ishikawua) .....	15
Figura 2: Sistema típico de mantenimiento.....	24
Figura 3: Evolución del concepto de Mantenimiento .....	26
Figura 4: Generaciones del Mantenimiento industrial.....	27
Figura 5: Tipos de mantenimiento.....	31
Figura 6: Procedimiento de la investigación por etapas .....	45
Figura 7: Ubicación geográfica Minera la Zanja.....	46
Figura 8: Organigrama Minera la Zanja. ....	49
Figura 9: Mapeo de procesos Minera la Zanja.....	50
Figura 10: Ubicación de los equipos críticos en el proceso productivo. ....	53
Figura 11: Diagrama de Pareto criticidad de equipos.....	62
Figura 12: Flujograma del proceso de mantenimiento preventivo .....	74
Figura 13: Flujograma del proceso de mantenimiento correctivo .....	75
Figura 14: Flujograma de requerimiento de repuestos .....	76
Figura 15: Identificación de componentes y puntos de lubricación de la cámara de congelación	79
Figura 16: Identificación de componentes y puntos de lubricación de la cámara de fermentación	83
Figura 17: Identificación de componentes y puntos de lubricación de la lavavajilla de arrastre ...	87
Figura 18: Identificación de componentes y puntos de lubricación del horno combistar.....	91
Figura 19: Identificación de componentes y puntos de lubricación del calentador industrial .....	95
Figura 20: Variación del índice de criticidad de los equipos .....	97
Figura 21: Porcentaje de equipos según su criticidad .....	98
Figura 22: Variación del tiempo promedio entre fallas de los equipos críticos.....	102
Figura 23: Variación del tiempo promedio de reparación de los equipos críticos .....	103
Figura 24: Variación de la disponibilidad de los equipos críticos por periodo .....	104

## RESUMEN

La presente investigación se basa en una propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de equipos en la planta de alimentos de la empresa minera la Zanja S.R.L. Para el desarrollo del presente proyecto se realizó la recopilación de información mediante una visita técnica in situ para realizar el levantamiento de información, usando técnicas tales como la observación de los equipos de cada área, la entrevista a los operarios de los equipos, a los supervisores de la planta de alimentos y reunión con el área de servicios generales encargados del mantenimiento de los equipos antes mencionados.

El desarrollo se realizó haciendo un listado de equipos general de la planta de alimentos, luego se realizó un análisis de criticidad de los equipos obteniendo como resultado cinco equipos críticos (calentador industrial, cámara de congelación, cámara de fermentación, horno combistar y lavavajilla de arrastre), posteriormente se calculó la disponibilidad inicial de estos equipos críticos según los datos históricos del periodo de febrero a julio de 2015.

Al comparar los resultados en promedio de seis meses para la disponibilidad de los equipos críticos se obtiene un aumento significativo de este indicador: calentador industrial de 77.38% a 90.92%, cámara de congelación de 81.60% a 88.04%, cámara de fermentación de 73.69% a 90.48%, horno combistar de 75.17% a 90.28% y lavavajilla de arrastre de 79.03% a 91.81%. Estos resultados se obtuvieron por la reducción significativa del indicador MTTR, la frecuencia de fallas mensual de los equipos y el aumento también significativo del MTBF, al realizar un mantenimiento continuo de los equipos.

Para la implementación del proyecto de investigación se tiene que invertir la cantidad de S/. 52,256.00, haciendo un análisis de sensibilidad obtenemos como indicadores el valor actual neto (VAN): S/. 20,276.89 y tasa interna de retorno (TIR): 29.61%, para un periodo de 5 años teniendo como año de implementación el 2015. De los resultados de los indicadores se concluye que el proyecto es rentable para su puesta en marcha e implementación, se logra reducir los costos de mantenimiento de los equipos y aumentar la productividad, como consecuencia del aumento de la disponibilidad de estos.

## ABSTRACT

This research is based on the proposed implementation of preventive maintenance to increase the availability of equipment in the food plant of the Zanja mining company S.R.L. For the development of this project the collection of information was carried out by a technical visit spot for gathering information, using techniques such as observation teams in each area, the interview to equipment operators, supervisor's plant foods and meeting with general services makers of the aforementioned teams.

The development was done by listing overall plant equipment food, then a criticality analysis equipment resulting in five critical equipment (industrial heating, freezing chamber, chamber fermentation, Combistar oven and drag dishwasher), then the initial availability of these critical equipment was calculated based on historical data for the period from February to July 2015.

When comparing the results on average six months to the availability of critical equipment a significant increase in this indicator is obtained: Industrial heater of 77.38% to 90.92%, freezing chamber of 81.60% to 88.04%, chamber fermentation of 73.69% to 90.48%, Combistar oven of 75.17% to 90.28% and drag dishwasher of 79.03% to 91.81%. These results were obtained by significantly reducing MTTR indicator monthly frequency equipment failures and also significantly increased MTBF, performing ongoing maintenance of equipment.

To implement the research project has to invest the amount of S/. 52,256.00, making a sensitivity analysis as indicators get the net present value (VAN): S/. 20,276.89 And internal rate of return (TIR): 29.61%, for a period of 5 years having as implementation 2015. The results of the indicators are concluded that the project is profitable for start-up and implementation, this project is able to reduce maintenance costs of the equipment and increase productivity thereof, as a result of increased availability of these.



## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Alvites, M. (2007). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento en una empresa productora de alimentos de consumo masivo* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Chang Nieto, E. (2008). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducir costos del servicio de alquiler*. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Díaz, J. (2004). *Técnicas de Mantenimiento Industrial*. Escuela Politécnica Superior - Algeciras. Universidad de Cádiz. España.
- Duffuaa, S. O.; Raouf, A.; Dixon, C. (2007). *Sistemas de mantenimiento planeación y control*. Editorial Limusa Wiley. México.
- Gasga, R. D. (2014). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa AgroÁngel*. (Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Gaytán, A. (2000). *Administración del Mantenimiento*. Monterrey, L. México.
- Giron, O. I. (2014). *Plan de mantenimiento preventivo y productivo maquinaria línea externa y evisceración planta beneficio pollos el bucanero S.A.* (Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico). Universidad Autónoma de Occidente de Santiago de Cali, Cali, Colombia.
- Huancaya, R. (2010). *Operaciones en minera la zanja*. Citado el 07-01-2016.  
Disponible en:  
[http://www.iimp.org.pe/website2/jueves/ultimo117/jm20101104\\_zanja.pdf](http://www.iimp.org.pe/website2/jueves/ultimo117/jm20101104_zanja.pdf).

- International Copper Association Latin America. 2012 Gestión de Mantenimiento. Chile.
- Orozco, N. (1981). Conceptos básicos sobre mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Citado el 17/12/2015. Universidad Nacional de Colombia disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163\\_-\\_2\\_Capi\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/794/3/163_-_2_Capi_1.pdf)
- Parra, C. y Crespo, A. (2012). Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicadas en el proceso de Gestión de Activos. Nota técnica 5: Métodos de Análisis de criticidad y jerarquización de activos. Asociación para el desarrollo de la ingeniería de mantenimiento. España.
- Rivera, E. (2011). *Sistema de gestión del mantenimiento industrial* (tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial) Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima - Perú.
- Robles, A. C. (2015). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora en la gestión de activos físicos de grúas pórtico* (tesis para optar el título profesional de ingeniero industrial) Pontificia Universidad católica del Perú. Lima - Perú.
- Tecsup. (2010). Herramientas para la gestión del mantenimiento, Planificación y programación del mantenimiento, mantenimiento preventivo (MP), Perú.
- Tobar, F. A. (2007). *Análisis de criticidad y formulación de un plan de mantenimiento rutinario para los molinos de bolas* (tesis para optar el título profesional de especialista en diseño y mantenimiento industrial). Universidad Simón Bolívar. Caracas - Venezuela.