



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA REDUCIR RIESGOS EN UNA PLANTA DE MOLIENDA DE UNA EMPRESA MINERA EN CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. William Edgar Asencios Obregón

Asesor:

Mg. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca - Perú

2020

## Tabla de contenidos

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>9</b>
1.1. Realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema .....	13
1.3. Objetivos.....	13
1.4. Hipótesis .....	14
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
2.1. Tipo de investigación.....	15
2.2. Materiales e instrumentos .....	15
2.3. Población .....	15
2.4. Muestra .....	16
2.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos .....	16
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>17</b>
3.1. Valorar los riesgos de incendios utilizando el método Meseri, en la planta Gold Mill.....	17
3.2. Diseñar un sistema de protecciones contra incendios en la planta Gold Mill. ....	39
3.1. Implementar el sistema de protecciones contra incendios en la planta Gold Mill. ....	72
3.2. Análisis económico .....	75
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>76</b>
4.1. Discusión .....	76
4.2. Conclusiones.....	77
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>79</b>
ANEXO n.º 1. Costos Gold Mill - equipos. ....	79
ANEXO n.º 2. Costos Área procesos - equipos. ....	86
ANEXO n.º 3. Costos ingeniería y supervisión. ....	90
ANEXO n.º 4. Costos materiales e instalación. ....	91
ANEXO n.º 5. Plano de faja 1300-201. ....	92
ANEXO n.º 6. Plano de faja 1300-202. ....	93
ANEXO n.º 7. Plano de faja 1300-203. ....	94
ANEXO n.º 8. Plano de faja 1300-204. ....	95
ANEXO n.º 9. Plano de red de aguas.....	96
ANEXO n.º 10. Sistema 1 de protección contra incendios para faja 1100CV12001 Zona baja .....	97

	<b>Pág.</b>
ANEXO n.º 11. Sistema 2 de protección contra incendios para faja 1100CV12001 Zona intermedia .....	98
ANEXO n.º 12. Sistema 3 de protección contra incendios para faja 1100 CV12001 Zona alta .....	99
ANEXO n.º 13. Entrevista al supervisor .....	100
ANEXO n.º 14. Catálogo de fajas transportadoras .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Técnicas e instrumentos de investigación. ....	16
Tabla 2 Altura del edificio.....	30
Tabla 3 Distancia hacia los bomberos. ....	30
Tabla 4 Mayor sector de incendio. ....	31
Tabla 5 Accesibilidad al edificio.....	32
Tabla 6 Resistencia al fuego de elementos constructivos. ....	32
Tabla 7 Peligro de activación (fuentes de ignición.) ....	32
Tabla 8 Falsos techos.....	33
Tabla 9 Carga térmica.....	33
Tabla 10 Inflamabilidad de los combustibles. ....	33
Tabla 11 Inflamabilidad de los combustibles. ....	33
Tabla 12 Almacenamiento en altura. ....	33
Tabla 13 Factor de concentración de valores. ....	34
Tabla 14 Destructibilidad por calor. ....	34
Tabla 15 Destructibilidad por humo. ....	34
Tabla 16 Destructibilidad por corrosión. ....	34
Tabla 17 Destructibilidad por corrosión. ....	34
Tabla 18 Propagabilidad en vertical. ....	34
Tabla 19 Propagabilidad en horizontal. ....	35
Tabla 20 Factor de protección. ....	35
Tabla 21 Método Meseri en la planta Gold Mill. ....	36
Tabla 22 Panel de Detección y Alarma de Incendios.....	60
Tabla 23 Detector de Humo Fotoeléctrico Inteligente .....	60
Tabla 24 Estación Manual de Descarga. ....	61
Tabla 25 Estación Manual de Aborto. ....	61
Tabla 26 Módulo de Interfase inteligente (1 salida y 1 entrada). ....	62
Tabla 27 Módulo de Interfase inteligente (2 entradas).....	62
Tabla 28 Sirena con Luz Estroboscópica. ....	62
Tabla 29 Punto de Control Inteligente.....	63
Tabla 30 Detector de Humo por Aspiración (Detección Temprana).....	63
Tabla 31 Fuentes de poder.....	63
Tabla 32 Cilindro de FM-200.....	64
Tabla 33 Cabezal de descarga eléctrico apilable para FM-200.....	64
Tabla 34 Cabezal de descarga manual para FM-200.....	64
Tabla 35 Toberas de descarga para FM-200 .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Áreas de trabajo en la planta Gold Mill. ....	17
Figura 2. Proceso de chancado primario. ....	18
Figura 3. Transporte de mineral. ....	19
Figura 4. Molienda de mineral. ....	20
Figura 5. Molienda de mineral. ....	22
Figura 6. Tratamiento de arenas de molienda.....	23
Figura 7. Precipitación de Cobre (SART). ....	24
Figura 8. Recuperación de cianuro (AVR).....	26
Figura 9. Diagrama de Pareto de riesgos.....	27
Figura 10: Diagrama de Ishikawa por riesgo de incendio. ....	29
Figura 11. Altura de la planta Gold Mill. ....	30
Figura 12: Accesibilidad a las zonas de la planta.....	32
Figura 13. Sistema de fajas.....	38
Figura 14. Mapa de riesgos de la planta Gold Mill. ....	39

## RESUMEN

El objetivo de la tesis fue diseñar un sistema contra incendio para reducir riesgos en una planta de molienda de una empresa minera en Cajamarca, para ello se establecieron objetivos específicos que fueron; valorar los riesgos de incendios utilizando el método Meseri, en la planta Gold Mill, diseñar un sistema de protecciones contra incendios, implementar el sistema de protecciones contra incendios en la planta Gold Mill y realizar la viabilidad económica del sistema de protecciones contra incendio. La investigación fue aplicada, explicativa, cuantitativa y experimental. El problema principal identificado en la planta de molienda de una empresa minera es el alto riesgo de incendio, de acuerdo al análisis con el método de Meseri se determinó que en todos los componentes de la planta de molienda la protección es deficiente. Las fajas se incendian cuando superan los 110° grados Celsius en corto lapso de trabajo, ya que la temperatura de la faja se incrementa por fallas mecánicas en los polines, en las poleas de cola o en la polea motriz. El sistema contra incendio se inició con la elaboración de un mapa de riesgos, y se planteó combinar el sistema de detección de humos y de temperaturas altas con un sistema de extinción mediante rociadores. El sistema de protecciones contra incendios en la planta Gold Mill., se ha implementado a un 100% con la finalidad de evitar accidentes como el ocurrido en minera Shougang. El presente sistema de protecciones contra incendio en la planta Gold Mill tiene un costo de inversión de 2 085 582 soles. El flujo saliente total anual es 51 774 soles. Este plan tiene un VAN de 86 119 882 soles, TIR es 141% y la relación B/C es de 38.20 por lo tanto, el proyecto es viable económicamente y representa altos ahorros para la empresa minera.

**Palabras clave:** sistema contra incendios, riesgos, planta de molienda.

## **NOTA DE ACCESO**

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

## REFERENCIAS

- González, R. (2015). Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres PPRRD – Distrito La Victoria 2018 - 2021. Municipalidad de la Victoria, Lima, Perú. Obtenido de [http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6205\\_plan-distrito-la-victoria-2018-2021.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6205_plan-distrito-la-victoria-2018-2021.pdf)
- Harms, R. (2004). Relationships between accident investigations. *Risk analysis*. Journal of Hazardous Materials. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/1.1.1.11.1/11111/1/11111.pdf?sequence=1>
- Ramírez, Y. (2014). Programa de doctorado en investigación y estudios. (*tesis doctoral*). Universidad Nacional de Granada, Granada, España. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5324/Ortega\\_Vega\\_DE.pdf](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/5324/Ortega_Vega_DE.pdf)
- Rodríguez, E. (2015). Implementación de un plan de emergencia contra incendio en el edificio Química-Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional. (*tesis de maestría*). Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10799/1/CD-6325.pdf>
- NFPA, 70 Código Eléctrico Nacional
- NFPA. 72 Código Nacional de Alarma de Incendios NFPA. 72E
- Código para Detectores Automático de Incendios U.L.
- Requisitos de los listados (Underwriters Laboratories) FM
- Guía de Aprobaciones (Factory Mutual Insurance)