



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

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

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Alexander Anthony Mendoza Terrones

Asesor:

Mg. Ing. Oscar Vásquez Mendoza

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

A mi madre por su infinito amor y comprensión, y a mi hermana por su motivación
constante.

AGRADECIMIENTO

En primer agradezco a Dios, por darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida; a mi madre por sus consejos y motivación constante en este proyecto y a mi hermana por estar conmigo en cada proyecto.

Tabla de contenidos

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos.....	12
1.4. Hipótesis	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	14
2.1. Tipo de investigación.....	14
2.2. Materiales e instrumentos	14
2.3. Población	14
2.4. Muestra	15
2.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS	16
3.1. Valorar los riesgos de incendios utilizando el método Meseri.....	16
3.2. Diseñar un sistema de protecciones contra incendios en la mina.....	26
3.3. Análisis económico.....	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	60
4.1. Discusión	60
4.2. Conclusiones.....	61
REFERENCIAS	62
ANEXOS	63
Anexo 1. Sistema contraincendio	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Técnicas e instrumentos de investigación.....	15
Tabla 2 Altura del edificio.....	19
Tabla 3 Distancia hacia los bomberos.	19
Tabla 4 Mayor sector de incendio.	19
Tabla 5 Accesibilidad al edificio.	20
Tabla 6 Resistencia al fuego de elementos constructivos.....	20
Tabla 7 Peligro de activación (fuentes de ignición.)	20
Tabla 8 Falsos techos.	20
Tabla 9 Carga térmica.	20
Tabla 10 Inflamabilidad de los combustibles.	21
Tabla 11 Inflamabilidad de los combustibles.	21
Tabla 12 Almacenamiento en altura.	21
Tabla 13 Factor de concentración de valores.	21
Tabla 14 Destructibilidad por calor.	21
Tabla 15 Destructibilidad por humo.	22
Tabla 16 Destructibilidad por corrosión.	22
Tabla 17 Destructibilidad por corrosión.	22
Tabla 18 Propagabilidad en vertical.	22
Tabla 19 Propagabilidad en horizontal.	22
Tabla 20 Factor de protección.	22
Tabla 21 Método Meseri en la mina.	24
Tabla 22 Alternativas de tubería metálica.	34
Tabla 23 Accesorios metálicos.	35
Tabla 24 Panel de Detección y Alarma de Incendios	46
Tabla 25 Detector de Detector de Temperatura Lineal.....	46
Tabla 26 Estación Manual de Descarga.....	47
Tabla 27 Estación Manual de Aborto.	48
Tabla 28 Módulo de Interfase inteligente (1 salida y 1 entrada).	48
Tabla 29 Módulo de Interfase inteligente (2 entradas).	48
Tabla 30 Sirena con Luz Estroboscópica.....	49
Tabla 31 Punto de Control Inteligente.....	49
Tabla 32 Detector de Humo por Aspiración (Detección Temprana).	50
Tabla 33 Fuentes de poder.....	50
Tabla 34 Gabinete adosable para edificios en instalaciones de procesos.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de Pareto de riesgos.....	16
Figura 2: Diagrama de Ishikawa por riesgo de incendio.....	18
Figura 3. Mapa de riesgos de la mina.....	26
Figura 4. SCI en diluvio de la faja 1100-CV-12001.....	29
Figura 5. Zona de Mill Fedd Conveyor.....	32
Figura 6. SCI en Grinding SAG Mill.....	33

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 mina, diseñar un sistema de protecciones contra incendios, implementar el sistema de protecciones contra incendios en la mina 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 mina., 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 mina 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.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el campo de la industria, el riesgo se define como la combinación de la posibilidad o probabilidad de que un evento peligroso (accidente) suceda y de las consecuencias de éste (Hams, 2004).

La industria minera y sus procesos involucran una gran cantidad de equipos, debido a esto, los establecimientos, están más expuestos y son más vulnerables a los accidentes derivados de dicha industria, como los son los incendios. Ramírez (2015) afirma que datos recientes indican que 1000 personas (a nivel mundial) mueren al año por accidentes industriales relacionados a incendio y 1 500 quedan heridos de gravedad. La frecuencia de los accidentes no es la misma en todos los sectores de la actividad industrial, debido a su mayor o menor peligrosidad (Rodríguez, 2016).

En abril del 2018 un voraz incendio se presentó en la planta 2 de la minera Shougang Hierro Perú y destruyó la faja 3031 de la planta 2, ubicada en el área de Conveyor Mina.

Se estableció que las pérdidas bordearían los 15 millones de soles. El problema ocurrió en los rodillos de la faja transportadora de minerales las cuales se habrían sobrecalentado por una aparente falta de mantenimiento en los equipos. Esta situación finalmente habría desencadenado el fuego (Correo, 2018).

Ante esta problemática, la gestión de la seguridad en la industria de procesos es un tema complejo por causa de todas las variables que se tienen que en cuenta. El parámetro llamado riesgo es un término dedicado a establecer cuán segura es una empresa, con el fin de evitar accidentes catastróficos que sean dañinos hacia las personas, bienes materiales y medio ambiente. Debido a las consecuencias que han dejado accidentes graves ocurridos en la historia de la industria como el de

Flixborough en el Reino Unido (1974), o el de Seveso en Italia (1976), la evaluación del riesgo se ha hecho indispensable (González, 2015).

El aumento de equipos utilizados en el proceso minero producidos ha significado un incremento en el riesgo. Una de las razones puede ser el hecho de que se necesitan más equipos los cuales son peligrosos a altas temperaturas o presiones. En la industria es imposible eliminar el riesgo por completo, todos los procesos tienen un cierto riesgo asociado (Márquez, 2014).

Para analizar los riesgos asociados a un incendio es necesario aplicar métodos de simulación el cual es un ejercicio de escritorio que recrea una situación hipotética de desastre frente al cual los participantes deberán tomar decisiones basadas en la información que reciben durante el ejercicio (Huapaya, 2015).

Los hechos pueden ocurrir en tiempo simulado (días o semanas), periodo durante el cual los participantes recibirán datos e información de situaciones que se producen en el contexto de una emergencia y deberán resolver. La trama de la simulación debe basarse en un escenario y un guión de sucesos realistas, de modo, que los participantes estén obligados a dar respuestas también realistas. Dichas respuestas tienen que basarse en procedimientos y recursos existentes con el fin de que tengan validez. La resolución de las situaciones presentadas permite entre otras cosas, identificar reacciones y evaluar las respuestas ante circunstancias particulares y validar mecanismos de coordinación. Los resultados obtenidos al evaluar el ejercicio sirven como lecciones aprendidas para ajustar y mejorar los planes de preparativos (Estupiñan y Parra, 2014).

Gretener (1988), propone el método Gretener que es el método más completo para la valoración del riesgo de incendios, y permite evaluar cuantitativamente el riesgo de incendios, así como la seguridad contra incendios utilizando datos uniformes. Este

método es muy utilizado por las compañías aseguradoras de riesgos de incendio. El método se basa en el cálculo del riesgo potencial de incendios efectivo obtenido de las medidas normales de protección local, de las medidas especiales de protección y de las medidas de protección estructural. Este método fija un máximo valor para el riesgo potencial, a partir del cual, el riesgo no es asumible, debiendo realizar medidas correctoras. El riesgo potencial contempla: carga térmica inmobiliaria y carga térmica mobiliaria, combustibilidad, número de pisos del edificio, superficie de los sectores de incendios, riesgo del humo producido por el incendio, riesgo de corrosión de humos, riesgo de activación y riesgo corrido por los ocupantes del edificio.

La simulación permite evaluar sistemas o procesos de trabajo con sus instrumentos operativos, procedimientos y formatos, así como capacitar o ejercitar la toma de decisiones y la coordinación. El proceso de evaluación de los resultados debe ayudar a identificar las áreas críticas y los aspectos que deben ser reforzados (Bonilla, 2014). La aplicación de simulaciones en los preparativos y respuesta a desastres permiten probar o evaluar planes de preparativos o de contingencia, además facilitan el entrenamiento y la actualización de conocimientos (Mera, 2014).

En esta investigación se aplicará el método de Messeri, que pertenece al grupo de los métodos de evaluación de riesgos conocidos como “de esquemas de puntos” que se basan en la consideración individual, por un lado, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro, de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo (Harms, 2004).

Dentro de los antecedentes tenemos:

Mendoza (2014), realizó su investigación “Diseño hidráulico de. Un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de ·almacenamiento· de Diésel 85- Unidad Minera Toquepala”, para atender los escenarios de incendio posibles de ocurrir

en el nuevo patio de tanques de almacenamiento y así proporcionar un nivel razonable de protección a la vida, a las instalaciones y al medio ambiente, dicho sistema de protección contra incendio está constituido por los siguientes sistemas: sistema de enfriamiento por aspersores y gabinetes contra incendio, sistema agua 1 espuma y sistema de bombeo.

Alfaro (2016), en su investigación “Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica S.R.L. En Minera Chinalco Perú”, logró aumentar el tiempo medio entre fallas, reduciendo así el número de paradas de campo por fallas del sistema. Disminuyó el tiempo medio de reparación, al tener un estándar de mantenimiento y redujo las descargas innecesarias del sistema contra incendios.

Portillo (2019), en su investigación “Gestión de un sistema contra incendios mediante interfaces de comunicación field server para plantas de procesamiento de oro caso: Minera Buenaventura”, con ello obtuvo mejorar la rentabilidad Operativa en las acciones de atención para los sistemas de alarmas contra incendios. Mejorando los tiempos de atención de las alarmas contra incendios producto de la detección desde los diferentes dispositivos de detección y monitoreo (detectores de Humo, detectores térmicos, Estaciones Manuales de incendios, etc.).

Huamani y Paucari (2019), en su investigación “Evaluación del Riesgo de Incendio a través del método Gretener para implementar medidas de prevención en la empresa Tecktometal SAC. Arequipa 2019”, los riesgos hallados fueron: exposición de riesgo de incendio, riesgo de incendio efectivo, riesgo de incendio aceptado y seguridad contra el incendio. Obteniendo como resultado coeficientes inferiores a 1, lo cual nos indica que en ambas áreas las medidas de protección son insuficientes según el método GRETENER. También se propuso implementar sistemas de detección contra

incendios, haciendo referencia a los sistemas especiales de protección que en su totalidad fueron inexistentes.

La empresa minera en estudio, ha tomado la decisión de asegurar sus plantas en temas de incendios, ya que cuenta con una gran cantidad de fajas transportadoras las cuales se pueden recalentar y provocar un incendio generando grandes pérdidas para la empresa, estas pérdidas pueden ser materiales, humanas, productivas y económicas. Además, la norma técnica peruana (NTP), el reglamento nacional de edificaciones, y el ministerio de energía y minas exigen que las instalaciones de procesos mineros cuenten con planes y sistemas contra incendios, en caso de no implementar estos procedimientos la empresa será sancionada por organismos que protegen a los trabajadores como Sunafil y Osinerming con multas ascendientes a 10 UIT. Por ello es necesario la simulación de la instalación de un sistema de protección contra incendios.

1.2. Formulación del problema

¿El diseño de un sistema contra incendio influye en la reducción de riesgos en una empresa minera en Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema contra incendio para reducir riesgos en una empresa minera en Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Valorar los riesgos de incendios utilizando el método Meseri, en una empresa minera en Cajamarca.
- Diseñar un sistema de protecciones contra incendios en una empresa minera en Cajamarca.

- Realizar la viabilidad económica del sistema de protecciones contra incendio en una empresa minera en Cajamarca.

1.4. Hipótesis

Con el diseño de un sistema contra incendio se reducirán riesgos en una empresa minera en Cajamarca.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Enfoque de investigación

La investigación fue cuantitativa, porque se utilizaron procesos de medición estadísticos para realizar el diseño del sistema contra incendio.

2.1.2. Tipo de investigación

- Por su propósito: La investigación fue aplicada, ya que consistió en reducir los riesgos en caso de ocurrir un incendio, además se utilizó teoría ya conocida como lo es el sistema contra incendios.
- Por su alcance: la investigación será explicativa, ya que relaciona directamente las dos variables de investigación que son reducción de riesgos y sistema contra incendio.
- Por el diseño: la investigación será cuasi-experimental, ya que manipula una sola variable de investigación que es la reducción de riesgos.

2.2. Materiales e instrumentos

- Cámara fotográfica
- Útiles de escritorio
- Laptop
- Internet
- Minitab
- SPSS

2.3. Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población es el grupo de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174).

En tal concepto, la población para esta investigación serán los equipos de la empresa minera en estudio.

2.4. Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la muestra es un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de ésta (p. 173).

Desde esta perspectiva la muestra para esta investigación serán los equipos de empresa propensos a incendiarse.

2.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Se detallan a continuación, los instrumentos y técnicas:

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de investigación.

Técnica	Instrumento	Fuente bibliográfica de la técnica
Revisión documental	Ficha resumen: aplicada al método Meseri.	(MAPFRE, 1978)
Entrevista	Guía de entrevista: dirigida al supervisor de seguridad y salud ocupacional, para determinar los riesgos asociados a incendios.	(Rodríguez, 2015)
	Guía de entrevista: dirigida al supervisor de mantenimiento de procesos, para conocer el funcionamiento de los equipos empleados.	

Fuente: Elaboración propia, (2021).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Valorar los riesgos de incendios utilizando el método Meseri

3.1.1. Análisis de la problemática

En la mina se presentan riesgos, los cuales pueden acarrear efectos catastróficos; para ello se realizó un diagrama de Pareto, en el cual se presentan los riesgos principales que hay en la planta de acuerdo a su prioridad.

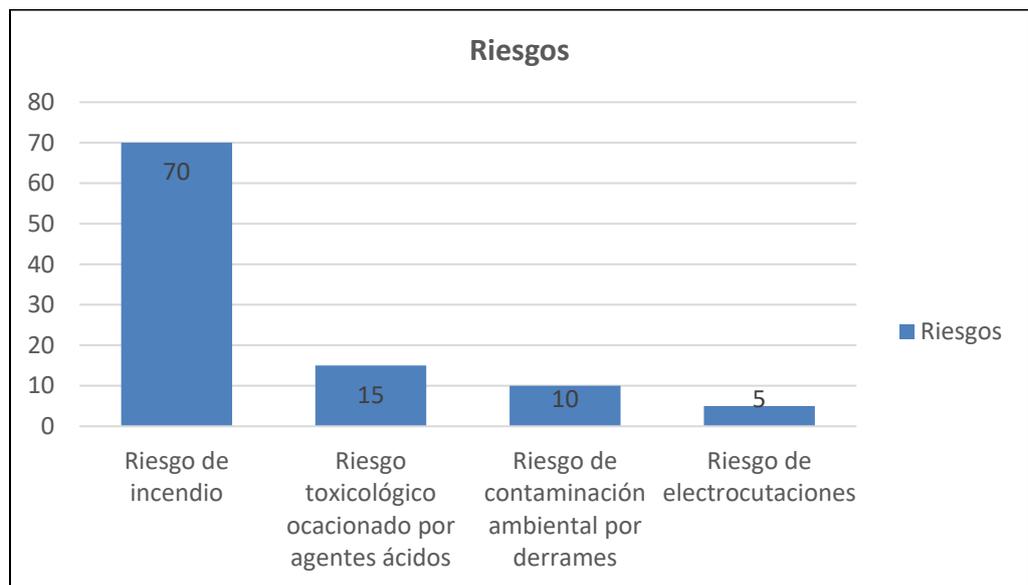


Figura 1. Diagrama de Pareto de riesgos.

De acuerdo a los reportes de prevención minera, el mayor riesgo que presenta la mina es el incendio. Para los riesgos toxicológicos ocasionados por agentes ácidos, riesgo de contaminación ambiental por derrame y riesgo de electrocuciones se cuenta con un plan de contingencia, además tienen zonas de contención para evitar derrames. Considerando como riesgo principal al incendio, es necesario realizar un análisis a fondo para determinar las causas y consecuencias que acarrea este problema. Una de las zonas más riesgosas para ocurrir un incendio es la mina, especialmente en las fajas ya que al funcionar entra en calor hasta convertirse en un incendio.

En la figura 10, se presenta el diagrama de Ishikawa del problema principal que es el alto riesgo de incendio, considerando las 6Ms, en las causas referentes a máquina se encuentran: el recalentamiento de los polines, cortocircuito por envejecimiento de equipos eléctricos y falta de equipos enfriadores de fajas. Dentro de las causas de Medio se encuentran los incendios provocados por vandalismo. Dentro de las causas de Mano de Obra se encuentran: falta de capacitación en respuestas ante incendios, desconocimiento de un sistema contra incendio y falta de conocimiento en identificación de puntos de ignición. Dentro de las causas de material se encuentran: material inflamable de las fajas, inflamabilidad ocasionada por el mineral acumulado bajo la faja. En las causas de método se encuentra la falta de inspección permanente por parte de los mantenedores y en las causas de medida se encuentra la falta de evaluación de riesgos contra incendios.

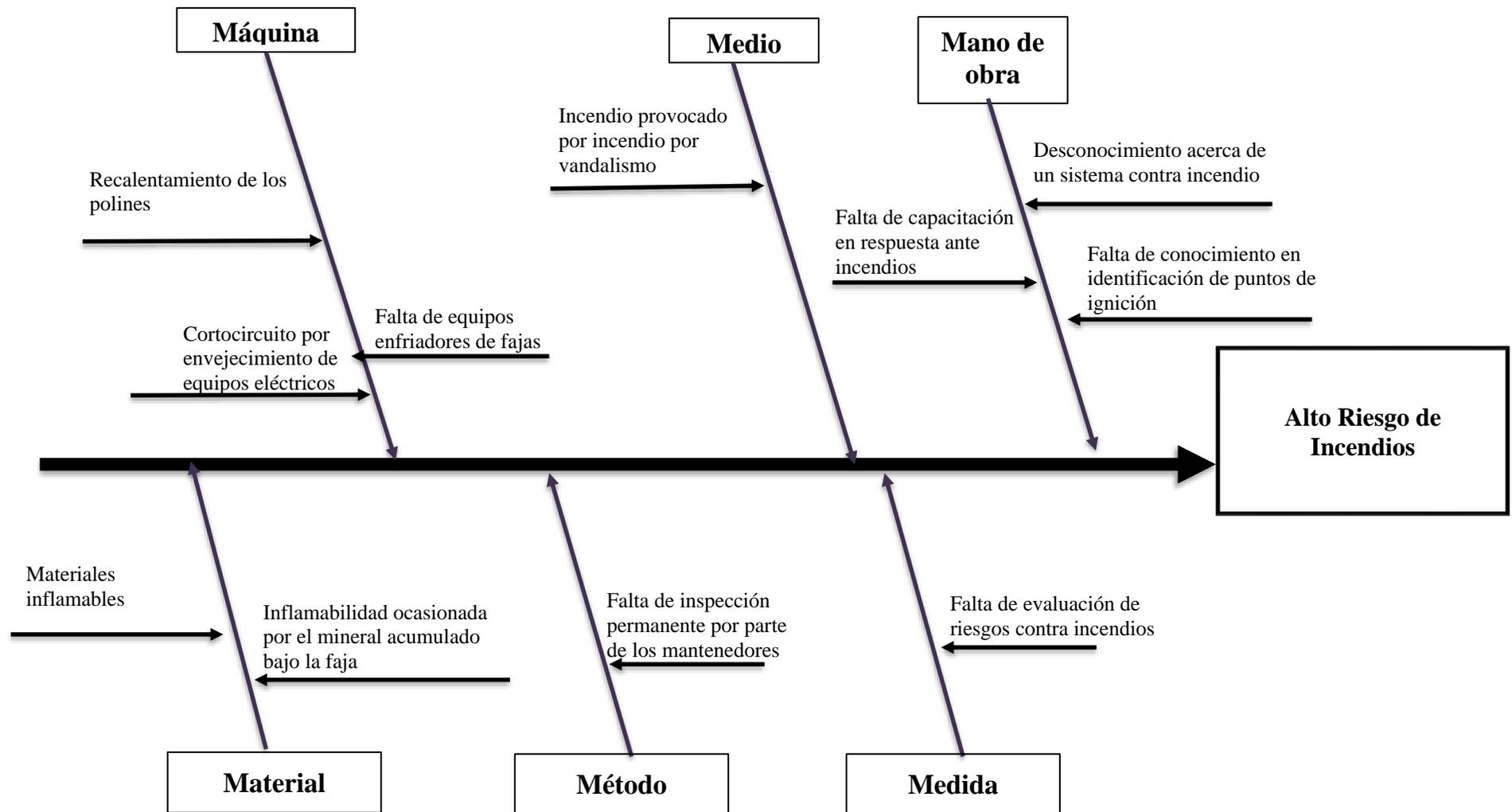


Figura 2: Diagrama de Ishikawa por riesgo de incendio.

3.1.2. Método Meseri

Existen varios métodos de evaluación del riesgo de incendio, en esta investigación se aplicó el Meseri, por ser uno de los más completos, el cual es un método muy sencillo desarrollado por Mapfre y actualmente es uno de los métodos más utilizados.

A continuación, se muestra las tablas necesarias para el desarrollo de método Meseri.

Tabla 2
Altura del edificio.

Número De Pisos	Altura	Coficiente
1 ó 2	< 6m	3
3,4 ó 5	6 a 15m	2
6,7,8 ó 9	15 a 28m	1
10 o más	>28m	0

Tabla 3
Distancia hacia los bomberos.

Distancia	Tiempo	Coficiente
< 5 Km	< 5'	10
5 a 10 km	5 a 10'	8
10 a 15 km	10 a 15'	6
15 a 20 km	15 a 25'	2
>20 km	> 25'	0

La mina tiene sus instalaciones en el Km 38, sin embargo, el equipo de bomberos se encuentra en el Km 45.

Tabla 4
Mayor sector de incendio.

Sector de Incendio	Coficiente
<500 m2	5
501 a 1,500 m2	4
1,500 a 2,500 m2	3
2,501 a 3,500 m2	2
3,501 a 4,500 m2	1
> 4,500 m2	0

Los sectores de incendio son variables, ya que no sólo se analizará un área, sino todos los componentes de la mina.

Tabla 5
Accesibilidad al edificio.

Accesibilidad del Edificio	Ancho de Vía de Acceso	Fachadas	Distancia Entre Puertas	Coefficiente
Buena	>4m	3	< 25 m	5
Media	2 a 4 m	2	< 25 m	3
Mala	< 2m	2	> 25 m	1
Muy Mala	No existe	0	> 25 m	0

Tabla 6
Resistencia al fuego de elementos constructivos.

Resistencia al Fuego	Coefficiente
Alta (Hormigón, obra)	10
Media (Metálica protegida, madera gruesa)	5
Media (Metálica sin proteger, madera fina)	0

Tabla 7
Peligro de activación (fuentes de ignición.)

Peligro de Activación	Coefficiente
Bajo	10
Medio	5
Alto (sólo fajas)	0

Tabla 8
Falsos techos.

Falso Techo	Coefficiente
Sin Falso Techo	5
Con Falso Techo Incombustible	3
Con Falso Techo Combustible	0

Tabla 9
Carga térmica.

Carga Térmica	Coefficiente
Baja ($Q < 1,000 \text{ MJ/m}^2$)	10
Media ($1,000 < Q < 2,000 \text{ MJ/m}^2$)	5

Alta ($2,000 < Q < 5,000$ MJ/m²) 2

Muy Alta ($Q > 5,000$ MJ/m²) 0

Tabla 10
Inflamabilidad de los combustibles.

Inflamabilidad	Coefficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Tabla 11
Inflamabilidad de los combustibles.

Orden y Limpieza	Coefficiente
Alto	10
Medio	5
Bajo	0

Tabla 12
Almacenamiento en altura.

Altura de Almacenamiento	Coefficiente
Menor a 2 m	3
Entre 2 y 6 m	2
Mayor a 6 m	0

Tabla 13
Factor de concentración de valores.

Factor de Concentración	Coefficiente
Menores de 500 US\$/m ²	3
Entre 500 y 1,500 US\$/m ²	2
Mayor de 1,500 US\$/m ²	0

Tabla 14
Destructibilidad por calor.

Daños por Calor	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Tabla 15
Destructibilidad por humo.

Daños por Humo	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Tabla 16
Destructibilidad por corrosión.

Daños por Corrosión	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Tabla 17
Destructibilidad por corrosión.

Daños por Agua	Coefficiente
Baja	10
Media	5
Alta	0

Tabla 18
Propagabilidad en vertical.

Propagabilidad	Coefficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Tabla 19
Propagabilidad en horizontal.

Propagabilidad	Coefficiente
Baja	5
Media	3
Alta	0

Tabla 20
Factor de protección.

Protección	Central Receptora de Alarmas	Sin Vigilancia	Con Vigilancia
Detección	Con	2	4
	Sin	0	3
Rociadores	Con	6	8
	Sin	5	7
Extintores Portátiles	-	1	2

Gabinete Equipado	-	2	4
Hidrantes Exteriores	-	2	4
Extinción Seca Automática	-	2	4
Plan de Emergencia	-	2	4

Con las tablas mostradas anteriormente, se ha elaborado la tabla del método Meseri, en donde se evidencia que en todas las áreas de la mina se presentan una protección deficiente en caso ocurra un incendio.

	X=	65	71	71	71	63	62	64	84	82	86	86	67	64
	Y=	4	6	2	4	2	2	4	2	4	4	4	4	4
	P=	3.14	3.69	3.06	3.38	2.75	2.72	3.11	3.57	3.80	3.96	3.96	3.22	3.11
Calificación de riesgo		Protección deficiente												

$$P=5X/129 +5Y/32$$

X=factores propios de las instalaciones

Y= Factor de protección frente al riesgo de incendio.

La variable X se calcula con la clasificación de la tabla 2 hasta la tabla 19.

La variable Y se calcula con la clasificación de la tabla 20.

Los riesgos se clasifican mediante la siguiente escala:

Calificación de riesgo										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muy Malo			Malo			Bueno			Muy Bueno	

Como se muestra en la tabla 21, se muestra que la planta en general presenta alto riesgo de incendio.

3.2. Diseñar un sistema de protecciones contra incendios en la mina

3.2.1. Mapa de riesgos

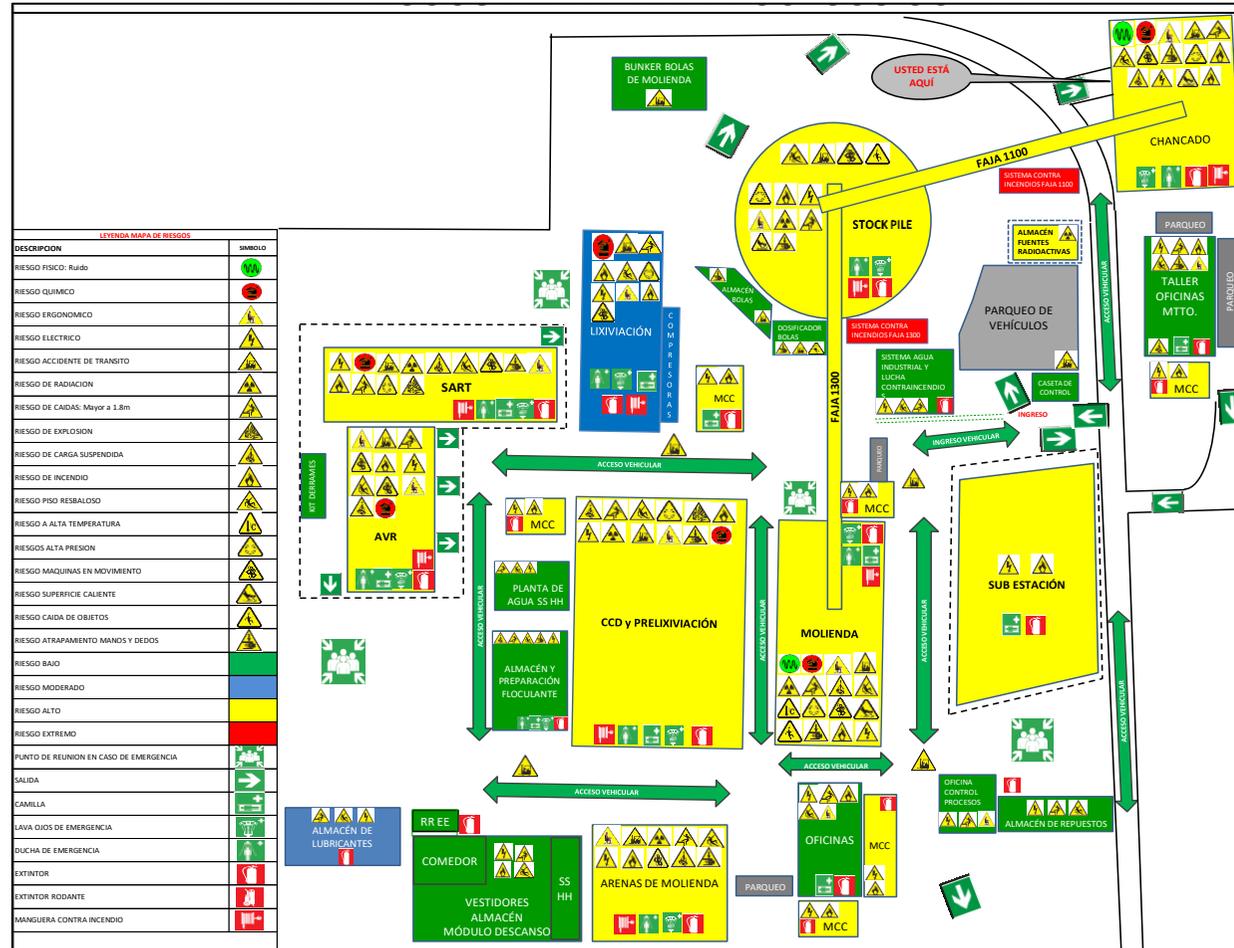


Figura 3. Mapa de riesgos de la mina.

Como se puede apreciar en la figura 14, uno de los mayores riesgos en la mina es el incendio.

3.2.2. Códigos y estándares aplicables

Las referencias que se hagan a equipos e instalación de los sistemas en el presente documento están referidas y además deberán de cumplir con los siguientes códigos y estándares:

- NFPA 13: Standard for Installation of Sprinkler Systems – Edición 2007
- NFPA 70: National Electrical Code - Edición 2005.
- NFPA 72 : National Fire Alarm Code - Edition 2007.
- NFPA 20 : Fire Pump Supervision – Edición 2007.
- NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems – Edición 2003
- NFPA 15: Standard for Water Spray Fixed System for Fire Protection – Edición 1996
- FM 2-8: Factory Mutual – Earthquake Protection for Water Based Protection Systems
- FM 7-11: Factory Mutual -.belt conveyor
- DS-42F Reglamento de Seguridad e Higiene Industrial
- Reglamento Nacional de Construcciones - Título V.
- Código Nacional de Electricidad - Tomo V, Capítulo 7.6
- UL 864: Control Unit for Fire Protective Signaling Systems.
- UL 268: Smoke Detectors for Fire Protective Signaling Systems.
- UL 268A: Smoke Detectors for Duct Applications.
- UL 217: Smoke Detectors Single Station.

- UL 521: Heat Detectors for Fire Protective Signaling Systems.
- UL 464: Audible Signaling Appliances.
- UL 1971: Standard for Signaling Devices for the Hearing Impaired.
- UL 346: Waterflow indicators for Fire Protective Signaling Systems.
- UL 1481: Power Supplies for Fire Protective Signaling Systems.

3.2.3. Descripción del sistema de agua contra incendios

El presente sistema, se basa en la protección a la vida y los equipos que involucran las partidas anteriormente descritas, los cuales consistirán en sistemas de diluvio de líneas secas para la protección de las fajas transportadoras. La alimentación de los sistemas de protección será suministrada por la red existente de la planta y de acuerdo con las indicaciones de Yanacocha “la zona no sufre congelamiento”, por lo que se aceptó tuberías de diámetro 2” y 3” llenas de agua.

La protección de la faja está de acuerdo a los requerimientos de Factory Mutual 7-11, es decir una densidad de aplicación de 0.25gpm/ft² sobre la superficie de la faja a proteger.

De acuerdo con los cálculos hidráulicos de los sistemas desarrollados se estimará un requerimiento para cada sistema, por lo cual la red existente deberá ser capaz de suministrar el caudal de agua y las presiones indicadas para sistemas descritos a continuación:

a. Área 1100: Primary Crushing

Ésta área involucra los sistemas de protección por diluvio para la faja 1100-CV-12001, la que es dividida en tres zonas (sub-sistemas), una

protegerá el sector torre de transferencia y sistema motriz y las dos otras protegerán la zona de la faja sobre los 10 m.

Se está proyectando una línea de Ø8" que viene del cuarto de bombas, pasa por el frente del túnel de escape y de ahí se dirige con un tubería de Ø4" hacia la base de la columna que soporta el STOCK PILE de la faja 1100-CV-12001, en tal punto se instalará el manifold-1 donde nacerán los sistemas de diluvios para cada parte de la faja. Por cálculos hidráulicos de caudal y presión estas líneas deberán ser independientes de la línea que alimenta a los gabinetes dentro del túnel y de mayor diámetro.

Por lo que a la salida del túnel de emergencia terminará la línea en un gabinete, la alimentación de los sistemas de diluvio se hará desde el exterior del STOCK PILE directamente de la red cercana al cuarto de bombas con una tubería de Ø8" hasta la entrada del túnel y continua con una línea de Ø8" hasta originar al manifold-1 que alimenta a los tres sistemas de diluvio.

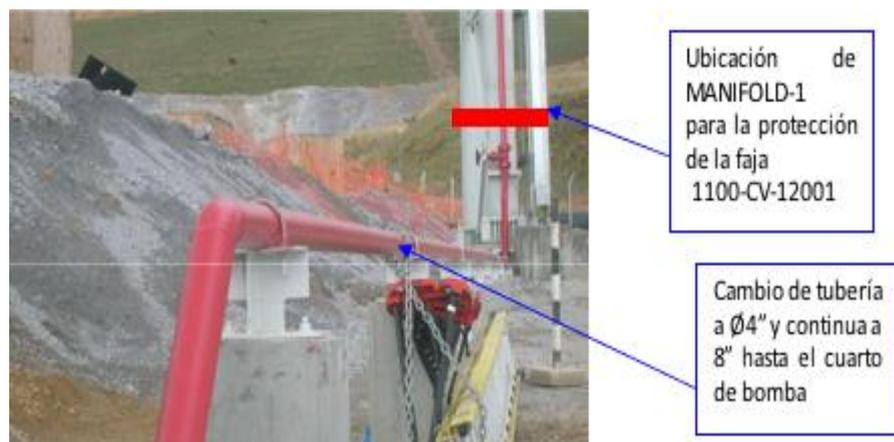


Figura 4. *SCI en diluvio de la faja 1100-CV-12001.*

b. F04-01: Zona Torre de Transferencia

Este sistema se inicia en la zona de recepción de la faja transportadora desde los chutes de descarga hasta la zona de los templadores de la faja, incluye el sistema la válvula de sectorización y la válvula de diluvio ambos de Ø3" (Ø80mm) Este manifold-1 se ubica en la columna que soporta a la faja (la más cercana al túnel de emergencia) Los spray se ubican dentro de la cobertura de la faja, protegen a la faja desde la parte superior y la zona expuestas como el templador, los chutes y la polea de cola, los spray se ubican a una lado de la faja en posición horizontal entre las fajas de carga y retorno.

El ancho de la faja es de 1.2m, la zona a proteger tiene una longitud aproximada de 36m desde la polea de cola. El tipo de spray es el modelo D-3 (TYCO) el cual se considera un $K=1.2$ con un ángulo de descarga de 140° . De acuerdo al cálculo hidráulico se estima para el sistema-1 un caudal de 1067 Lpm (282 GPM) a una presión de 4.87 bar (70.6 PSI)

c. F04-02: zona de faja 1100 elevada sobre 10m

La protección de esta zona se inicia en la estructura soporte de la faja a partir de un múltiple de distribución (manifold) en donde se instalarán las válvulas de sectorización y de diluvio correspondientes de Ø80mm (Ø3"), derecho desde el manifold-1 hasta una altura de 10m de faja y el otro el lado izquierdo del manifold-1 hasta la cabeza de la faja.

Estos dos sistemas protegen a la faja desde dentro de la cobertura, por lo que los spray estarán al interior superior de la cobertura de manera que no obstaculice la apertura del cobertor cuando se requiera realizar un mantenimiento en la faja.

Se empleará spray similares al caso anterior, según los cálculos hidráulicos estima los siguientes sistemas:

- Sistema-02 caudal de 1075 Lpm (284 GPM) a un presión de 4.39 bar (63.6 PSI)
- Sistema-03 caudal de 744 Lpm (196.6 GPM) y de presión 5.34 bar (77.4 PSI)

Cuando se descargan los dos sistemas a la vez y considerando la línea existente de Ø4" los requerimientos en el cuarto de bombas son 1905 Lpm (503 GPM) a 9.29 bar (135 PSI).

Por lo que se está proyectando un recorrido de la red más directa desde el cuarto de bombas hacia el manifold-1 considerando un tramo de tubería de Ø6" desde la red de Ø10" a la descarga de la bomba hasta la entrada del túnel y de Ø4" desde ese punto al manifold resulta un requerimiento de 1905 Lpm (503 GPM) a 6.25 bar (90.6 PSI), lo cual resultaría más conveniente al sistema de protección.

d. Área 1300: Mill Feed Conveyor

La protección de esta área divide en dos zonas a la faja 1300-CV-12001, una se ubica dentro del túnel de acceso a los Apron Feeder, donde se protegerá la faja dentro del túnel y los sistemas hidráulicos. Otro sistema de spray protegerá la zona de la faja elevada a más de 10m respecto del suelo. Estos sistemas nacerán en el manifold-2, el cual se ubicarán en la pared exterior de la entrada del túnel. Será alimentado desde la red de agua contra incendio existente con una línea de 3". A continuación, describimos los sistemas que contiene el manifold-2, que protege a la faja 1300-CV-12001 circular que descarga en forma vertical (K=1.2 abertura

140°) y otro en el túnel rectangular de descarga horizontal ($K=2.3$ abertura 95°).

De acuerdo a los cálculos hidráulicos se estima un consumo de agua de 1723 Lpm (455 GPM) a una presión de 4.94 bar (71.6 PSI) en el manifold ubicado al exterior del túnel, detrás de la caseta del scrubber stockpile (ver plano CI-04). En el punto de la bomba se requiere 1723 Lpm (455 GPM) y 5.50bar (79.8 PSI)

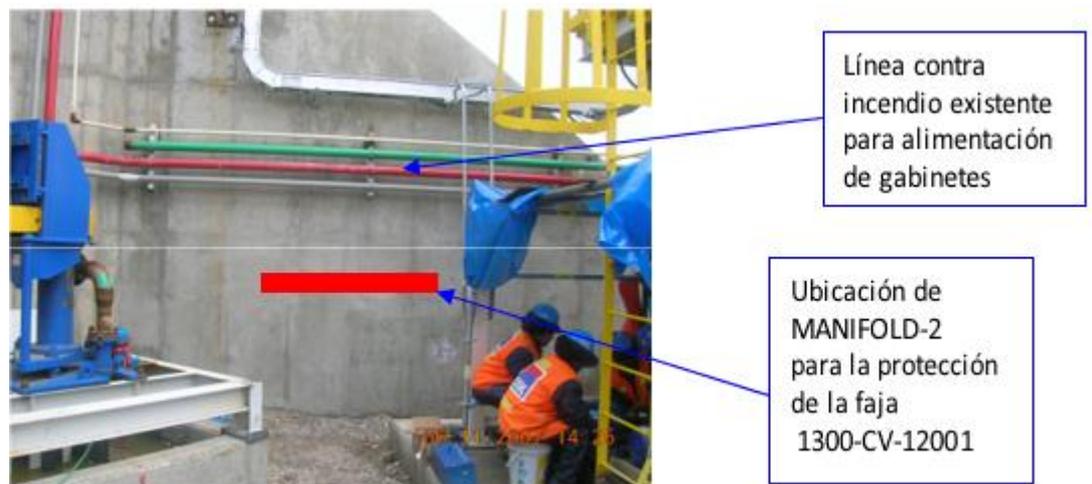


Figura 5. Zona de Mill Fedd Conveyor.

e. Área 2100-2200: Grinding SAG Mill

El sistema contra incendio de esta área abarca de protección total de la faja 2200-CV-12003, los sistemas motrices de las fajas 2200-CV-12001 y 2200-CV-12002. Por otro lado, dentro del edificio se protegerá el cuarto del Mill Lubrication con un sistema de diluvio,

Estos sistemas serán alimentados desde la red existente de Ø3” que recorre el interior del edificio, para la alimentación de gabinetes en todos los niveles del edificio. La ubicación del montante que alimenta esta red está en la base de la columna del eje 6A y A3.

Actualmente se ubica una tubería de Ø3" de que viene del anillo de tuberías enterradas del sistema contra incendio proyectado por FLUOR. Sobre este punto se ubicará una válvula OS&Y la cual debe ser monitoreada por el sistema de detección.



Figura 6. *SCI en Grinding SAG Mill.*

3.2.4. Componentes del sistema de agua cntraiencendios

Todos los componentes utilizados en el sistema de protección contra incendios, deben estar específicamente certificados por Underwriter Laboratories Inc. (UL) para ser usados en sistemas contra incendios, si dicha certificación existiera o están aprobados por Factory Mutual (FM).

Las marcas y modelos que aparecen en las listas de materiales son referenciales, éstas serán verificadas y dependerán del tipo de unión que el instalador elija y pueden reemplazarse por otras marcas y modelos, siempre

que cumplan con ser del mismo tamaño, ser de una calidad igual o superior y contar con las certificaciones del caso.

a. Tubería Metálica

Este proyecto especifica tubería de acero cédula 40 GALVANIZADA para los sistemas de diluvio, sin embargo, también puede utilizarse cualquiera de las siguientes alternativas con acabados galvanizados:

Tabla 22

Alternativas de tubería metálica.

DESCRIPCIÓN	ESTÁNDAR
Tubería de acero soldado o sin costura, negro o galvanizado por inmersión en baño caliente, para uso en sistemas contra incendio.	ASTM A795
Tubería de acero soldado o sin costura, galvanizado por inmersión en baño caliente	ANSI / ASTM A53
Tubería de acero electro soldada, galvanizado	ASTM A135

También se aceptará cualquier otra tubería metálica que se encuentre certificada por UL para uso en sistemas contra incendio, como por ejemplo tubería de pared delgada con sus respectivos accesorios.

Además de todas las consideraciones pertinentes a una correcta instalación, debe cuidarse el aspecto estético, el cual se logrará con una buena alineación de la tubería, correcta instalación de los accesorios, uniformidad en los soportes y colgadores, limpieza, pintura, entre otros.

El instalador debe cuidar de no forzar los diversos componentes del sistema en el proceso de montaje, como por ejemplo, alinear tuberías o soportes ajustando los pernos para corregir desalineaciones. De ser necesario cualquier otro accesorio para evitar estos esfuerzos, el instalador debe justificarlo y considerarlo en su provisión.

b. Accesorios Metálicos

Los accesorios metálicos deberán estar de acuerdo o exceder las siguientes especificaciones:

Tabla 23
Accesorios metálicos.

MATERIAL	ACCESORIOS	ESTÁNDAR
Hierro fundido (ASTM A126)	Accesorios ¹ roscados clase 125 y 250	ASME B16.4
	Bridas y accesorios bridados	ASME B16.1
Hierro maleable (ASTM A197)	Accesorios roscados clase 150 y 300	ASME B16.3
	Accesorios soldables a tope de acero forjado en fábrica	ASME B16.9
	Accesorios soldables de extremos para tubos, válvulas, bridas y accesorios	ASME B16.25
	Accesorios forjados de acero al carbono y aleaciones para temperaturas medias y altas	ASTM A234
	Bridas de acero y accesorios bridados	ASME B16.5
Acero (ASTM A234)	Accesorios de acero forjado, salidas soldables y roscadas	ASME B16.11

c. Unión de tubería y accesorios

Deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- Roscas

Las roscas de las tuberías y accesorios deben fabricarse según es estándar ASME B.1.20.1 Pipe Threads, General Purpose (Inch) [Rosca para tuberías de uso común (pulgadas)]. Con excepción de las tuberías y accesorios especialmente certificados por UL que se pueden unir por rosca, los siguientes casos no pueden unirse mediante rosca:

- Tubería de Ø 200 mm (8") o mayor de cédula menor que 30.
- Tubería menor a Ø 200 mm (8") de cédula menor que 40.

¹ Codos, tees, cruces, uniones (2" como máximo), adaptadores, etc.

- Unión de tubos mayores a \varnothing 50 mm (2") con uniones roscadas o uniones universales

Todo cambio de diámetro debe lograrse usando accesorios reductores o con un adaptador (bushing) cuando no exista un accesorio reductor. No está permitido el uso sucesivo de reducciones y/o adaptadores para cambio de diámetro.

Para hermetizar la unión, sólo se permite el uso de cinta teflón de 13 mm de ancho por 0,08 mm a 0,10 mm de espesor, o un compuesto especialmente indicado para este fin. Limpiar los hilos de las roscas y las herramientas de corte con solvente antes de aplicar la cinta de sello. Se debe comprobar que el tubo no penetre demasiado dentro del accesorio ni que la cinta o compuesto rebalse demasiado de tal manera que se constituyan en una obstrucción al flujo del agua.

- Soldadura

Toda soldadura debe realizarse según los requisitos aplicables del estándar AWS B2.1 Specification for Qualification of Welding Procedures and Welders for Piping and Tubing (Calificación de soldadores y procesos de soldadura para tubería). Los soldadores deben tener una calificación vigente para soldar tubería y un procedimiento autorizado por la supervisión de la obra antes de realizar cualquier soldadura. Este certificado debe entregarse a la supervisión antes de que los soldadores empiecen a soldar.

Todo proceso de soldadura en campo será protegido del viento, la lluvia y otras condiciones extremas del clima que afecten la calidad de la soldadura.

Toda superficie a ser soldada deberá estar seca, libre de escorias de fabricación, aceites, grasas, residuos de pintura, galvanizado u otros contaminantes. Platinas de respaldo permanentes no deben usarse. Platinas temporales de respaldo se pueden usar previa aprobación de la Supervisión.

Toda junta de soldadura para una aplicación de presión deberá tener como mínimo 2 pases de aplicación.

Excepto para los pases de raíz, las soldaduras verticales serán soldadas en forma ascendente.

Toda unión por soldadura debe hacerse usando accesorios soldables comerciales, especialmente fabricados para este fin y soldados de preferencia en taller. No se permite fabricar accesorios a partir de pedazos de tubería y toda soldadura que necesariamente se deba hacer en el sitio deberá tener el permiso para trabajo en caliente del propietario de la obra.

El soldador deberá cuidar que todo agujero que se haga en una tubería para soldar una salida de menor diámetro sea del diámetro interior de la salida a soldar, los bordes de los agujeros sean limpiados de toda escoria y rebabas y, que el accesorio que se soldará no penetre dentro del tubo al cual será soldado. Los discos de los agujeros hechos a las tuberías deben ser amarrados con alambre cerca de su respectivo agujero hasta que el inspector autorice su desecho.

Las tuberías de Ø50 mm (2") y menores no deben ser unidas por soldadura excepto por las salidas soldables.

No se permite tapar el extremo de un tubo o accesorio con una plancha soldada. Excepto los accesorios soldables, nada debe soldarse a la tubería como tuercas, colgadores, perfiles metálicos u otros sujetadores. Sólo se permite soldar pequeñas planchas metálicas a las tuberías horizontales principales para asir los soportes longitudinales. Si se emplea tubería de cobre, todas las uniones deben ser soldadas usando el material de aporte especificado anteriormente.

Todos los cordones de raíz de las tuberías deben inspeccionarse mediante tintes penetrantes y llevarse un registro detallado de los resultados – aceptables e inaceptables – fecha y nombre del soldador.

- Brida

Las bridas Slip-On de acero al carbono según ASTM A-105, ASME Clase 150, de cara plana, se instalarán mediante soldadura. Las empaquetaduras serán 1/8” de espesor como mínimo y de un material adecuado para agua fría como caucho o neoprene.

Las juntas embridadas se deben ensamblar y soportar para lograr la alineación precisa de los agujeros para los pernos y el contacto uniforme de las caras en el área total de la empaquetadura sin esfuerzo. Los agujeros para los pernos no deben coincidir con los ejes vertical ni horizontal.

Las bridas tipo Slip-on llevarán soldadura doble. La soldadura interior debe ser aplicada de tal manera que no dañe la cara de la brida donde se ubicará la empaquetadura.

- Pernos

Los pernos deben ser de cabeza hexagonal y las tuercas con 1 cara plana hexagonales, ambos según ANSI B18.2 y protegidos contra la corrosión por medio de un baño de zinc o cadmio.

Los espárragos serán roscados en toda su longitud, de acero aleado según el ASTM A193-B7 con dos tuercas de acero según A194-2H. A las tuercas se aplicará el torque correspondiente a su tamaño y grado.

Los pernos deben ser ajustados inicialmente a mano, y luego con la llave de torque en tercios incrementales escalonados así, primero al 30%, luego al 70 % y finalmente al 100% del torque medio recomendado. Dos a tres horas después (tiempo de relajación de la junta), aplique nuevamente el torque medio recomendado a cada uno de los pernos. Siempre que sea posible, reajuste los pernos 12 a 24 horas después de haber reiniciado la operación el sistema.

A continuación, se detalla el torque (lb-pie) recomendado para los pernos en el caso de bridas ANSI 150.

ANSI 150# Flanges

Size (Inches)	Qty. Bolts	Bolt Dia.	Suggested Torque Ft. Lbs.
1	4	0.5	40
1-1/4	4	0.5	40
1-1/2	4	0.5	40
2	4	0.625	80
2-1/2	4	0.625	80
3	4	0.625	110
3-1/2	8	0.625	80
4	8	0.625	100
5	8	0.75	120
6	8	0.75	130
8	8	0.75	130
10	12	0.875	215
12	12	0.875	220

Esta tabla de torques es referencial y será el contratista el que defina finalmente los torques de apriete.

- Uniones por ranura

Cuando se usen uniones por ranura mecánica, todos los componentes como empaquetaduras, tallados o corte de ranuras, espesor de la pared del tubo, acoples y accesorios deben ser compatibles entre ellos, certificados por UL o aprobados por FM.

Es importante respetar la ubicación de las uniones del tipo flexible que permiten absorber movimientos sísmicos y permiten cambios de dirección ligero dentro del túnel.

d. Válvulas

Todas las válvulas serán certificadas por Underwriter Laboratories Inc. (UL) para ser usados en sistemas contra incendios.

Las válvulas que controlan el abastecimiento a los sistemas de spray, deben, por su construcción o ensamble con otros accesorios, puedan indicar su posición – abierta o cerrada – y que estando completamente abierta no pueda ser cerrada en menos de 5 segundos. Las válvulas deben seleccionarse observando su presión de trabajo.

Las válvulas deben estar claramente identificadas mediante una tarjeta plástica o metálica que indique su posición normal de funcionamiento (normalmente abierta o cerrada) y la instalación debe hacerla accesible y fácil de operar. También debe estar supervisada por el panel de detección y alarma de incendios de la Planta.

Las válvulas, a excepción de las situadas en derivaciones, ventilaciones ó drenajes, deben ubicarse accesibles para el montaje y desmontaje, para ser operados desde el piso ó plataforma de mantenimiento.

- Válvulas de sectorización

Este tipo de válvula es listado UL/FM (TYCO) pueden ser de tipo OS&Y o mariposa, esta válvula son instalada en cada montante de los sistemas de spray o gabinetes

- Válvula de diluvio

Es una válvula check de alarma listada UL/FM, accionada por un dispositivo de detección y alarma, la cual acciona la apertura del claper de la check y por lo tanto la descarga de agua a través del sistema seco de tuberías

e. SPRAY

Son boquillas abiertas que permiten la descarga de agua con un ángulo determinado en el cono de descarga y en dirección diferente a la vertical. Por lo tanto, cada spray puede tener una descarga diferente con una orientación distinta, lo que hace que sus alcances varían de acuerdo a los parámetros antes indicados.

Se emplean en sistemas de diluvio con descarga uniforme de agua sobre una superficie a proteger o enfriar.

f. Colgadores, soportes y protección contra sismos

Por colgador debe entenderse un elemento cuya función es soportar el peso de la tubería llena de agua, sin restricciones contra movimientos laterales, por lo tanto, la tubería colgada puede oscilar. Un soporte es un elemento que restringe los movimientos horizontales de la tubería colgada y transmite las fuerzas generadas a elementos estructurales del túnel capaz de resistirlas. Un soporte de ramal es un elemento menos exigente que un soporte y cuya finalidad es restringir los movimientos laterales de los ramales.

Todos los colgadores, soportes y formas de instalación están especificados con bastante detalle en el Capítulo 9 de estándar NFPA 13. Todos los colgadores y soportes empleados deben estar certificados por UL y deben instalarse según las restricciones de dicha certificación. Se permite fabricar colgadores y soportes de acero siempre y cuando estos colgadores y soportes cuenten con la certificación de un profesional colegiado, soporten 5 veces el peso de la tubería llena de agua más 114 Kg estén instalados en puntos de la estructura que puedan soportar esta carga, no se exceda la máxima distancia permitida entre colgadores especificada en el NFPA 13, que sean metálicos y, con una capa de pintura anticorrosiva de 3 mils correctamente aplicada.

La protección contra sismos está dada por la combinación de soportes en 2 y 4 sentidos con acoplamientos flexibles, permitiendo que en un sismo la tubería siga el desplazamiento del edificio sin forzarse. La disposición de soportes y acoplamientos flexibles debe respetarse estrictamente y no deben ser modificadas sin la autorización escrita de ENGINEERING SERVICES s.a.c.

En planos se detalla la ubicación de soportes y su tipo, además el diseño de los soportes.

3.2.5. Protección contra la corrosión

Todos los accesorios, colgadores, soportes, pernos, etc. comerciales deben estar protegidos contra la corrosión mediante el galvanizado en caliente según ASTM A53 Standard Specification for Zinc Coating (Hot Dip) on Iron and Steel Hardware u otra protección superior.

Todas las tuberías que alimentan a la línea de spray deben ser GALVANIZADAS, además deben estar secas, completamente limpias y libres de suciedad. Escoria y otros materiales extraños sueltos antes del montaje.

Los procedimientos de limpieza y descarga de agua propuestos por el Contratista deben someterse a la supervisión de la obra antes de implementarse. Se deben mantener todos los registros de limpieza y descarga de agua.

El exterior de las tuberías de acero al carbono no galvanizadas debe someterse al siguiente proceso:

- Limpieza de aceite, grasas y otros contaminantes con solvente según el SSPC SP-1, antes de la limpieza con Arenado cercano al blanco según el SSPC SP-10, para obtenerse una rugosidad en la superficie aproximada de 3 mils.
- Todas las tuberías deben estar secas, completamente limpias y libres de suciedad. Escoria y otros materiales extraños sueltos antes del montaje.
- Los procedimientos de limpieza y descarga de agua propuestos por el Contratista deben someterse para la revisión de Cemento Lima antes de implementarse. Se deben mantener todos los registros de limpieza y descarga de agua.

El exterior de las tuberías de acero al carbono se somete al siguiente proceso:

- Limpieza de aceite, grasas y otros contaminantes con solvente según el SSPC SP-1, antes de la limpieza con Arenado cercano al blanco según el SSPC SP-10, para obtenerse una rugosidad en la superficie aproximada de 3 mils.

Como mínimo, todo elemento metálico aéreo se pintará según la siguiente indicación:

- Preparación de la superficie por arenado: arenado comercial según SSPC-SP6 para acero nuevo.
- Una capa de pintura anticorrosiva de 3 mil de espesor seco; ejemplo: imprimante Dimetcote 9 o Dimetcote 9 FT marca Ameron CPPQ.
- Una capa de pintura de acabado epóxico color rojo de 5-8 mils de espesor seco; amerlock 400 marca Ameron CPPQ.

El color debe ser el preferido por el propietario, se recomienda rojo Itintec S-1 para la montante aérea.

Antes de aplicar la pintura a las tuberías, las pruebas hidrostáticas deben haberse realizado a completa satisfacción.

3.2.6. Gabinetes contra incendios

Los gabinetes son alimentados de la red de agua (manifold), se distribuyen de forma tal que las mangueras que logren cubrir toda la superficie del edificio o el túnel, los gabinetes serán de tipo “B”, ubicados cerca de las escaleras de emergencia.

Gabinete tipo B, se instalarán dentro de la estación de control, alojarán a la válvula angular de Ø 40mm (Ø1-1/2”) según ET CI-552, con un acople reductor de Ø65x40, a la manguera de Ø 40mm (Ø1-1/2”) según ET CI-540 y pitón de policarbonato de color rojo según ET CI537 y a un extintor.

Los gabinetes serán fabricados e instalados según las siguientes especificaciones:

- Las dimensiones – alto x ancho – necesitan contar con la aprobación de arquitectura. Las especificaciones técnicas ET CI-077 solo dan las medidas mínimas para que los equipos quepan en los gabinetes.
- Instalación: adosados.
- Material: plancha metálica de 0,9 mm (20 gauge: 0,0359”) de espesor como mínimo.
- Puerta de vidrio de seguridad, de espesor simple con marco metálico tubular de sección rectangular, soldado en las esquinas y esmerilado al ras.
- Con bisagra de acero continua y pin de bronce que permita abrir la puerta 180°.
- Color rojo exterior y blanco interior, pintado con soplete y secado al horno.
- Con llave y pestillo que mantenga la puerta cerrada esté con o sin llave.
- Señalizados con la inscripción: "Manguera contra incendio".

Las dimensiones que se especifican en los planos deben utilizarse para gabinetes que sean fabricados por el instalador.

Sin menoscabo de las especificaciones anteriores, el propietario debe dar su aprobación al acabado exterior del gabinete (especialmente aquellos que sean fabricados por el instalador), para lo cual se podrá solicitar una muestra al instalador.

La manguera será dispuesta en el interior del gabinete, enrollada en forma de donut y conectada al pitón y a la válvula angular.

El suministro de agua contra incendios para las mangueras se efectúa a través de la misma montante.

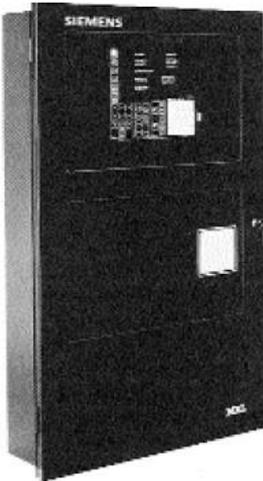
3.2.7. Especificaciones del equipamiento

a. Detección y alarma

Para la detección y alarma se ha evaluado se evaluaron los siguientes equipos con sus especificaciones.

Tabla 24

Panel de Detección y Alarma de Incendios

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: MXL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación FirePrint™ para Detección Específica. - Capacidad para más de 2.000 Dispositivos de Entrada Inteligentes - Supervisión Dinámica de Dispositivos Inteligentes - Monitoreo de Dispositivos de Seguridad. - Supervisión de Rociadores - Circuitos de Detección Inteligentes / Analógicos, Estilo 6 (Clase A) o Estilo 4 (Clase B) - Lectura/Impresión de Sensibilidad de Detectores conforme a la NFPA (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) 72, Capítulo 7 - Circuitos Iniciadores Convencionales Estilo D (Clase A) o Estilo B (Clase B) - Circuitos de Aparatos de Aviso Estilo Z (Clase A) o Estilo Y (Clase B) - Operación en el Modo con Degradación - Totalmente Programable en el Campo con Computadora Portátil - Comandos de Operación Accionados por Menú - Arquitectura Central y Distribuida - Registros Históricos para 800 Eventos con Informes en Línea o Fuera de Línea - Pantallas de Ayuda al Usuario - Múltiples Niveles de Protección por Contraseñas - Compensación Ambiental Automática para Detectores de Humo - Prueba de Caminata por una Persona por Lazo, Zona o por Sistema - Versificación de Alarmas por Dispositivo o Zona - Funciones de Salidas Controladas por Lógica - Funciones de Salidas Controladas con Base en Tiempo - Programa de Días Feriados - Cumple con NFPA 72 - Circuitos Limitadores de Energía según NEC 760 (Cumple con UL 864) - Caja de Acero Calibre 16 - Listado por 864, 1076, Listado por ULC. - Aprobado por FM, CSFM, NYMEA, Ciudad de Chicago y Guardia Costera de los Estados Unidos. - Descarga de Pre-acción (NFPA 13) - Aprobado por FM para Rociadores e Inundación - Aprobado por FM (Factory Mutual) para Aplicaciones Intrínsecamente seguras - Aprobación para Descarga de Halón, FM-200 y Sinorix™ (NFPA 12A y NFPA 2001) - Pantalla Multilingue - Interfaz Inteligente con Sistemas de Proceso de Administración de Edificios.
--	--

Tabla

Detector de Detector de Temperatura Lineal

<p>Fabricante: PROTECTOWIRE Modelo: PHSC-190-EPR</p> 	<p>La serie EPR contiene una capa moldeada a presión de un elastómero basado en polipropileno con un estabilizador especial de UV para aumentar el rendimiento y la protección ambiental. Es la solución a una amplia gama de aplicaciones Industriales y se caracteriza por una alta elasticidad, buena resistencia contra la abrasión, excelentes propiedades de protección ambiental, rendimiento superior en altas temperaturas y resistencia contra aceites. EPR provee mejor protección general en temperaturas ambientales superiores que las series EPC o EPN.</p> <p>Disponible en cable mensajero de acero inoxidable para instalaciones donde el montaje se hace difícil, tales como en áreas extensas a la intemperie.</p> <p>Adecuado e ideal para activación de equipo de extinción, como sistemas de inundación o de aspersión de pre-acción.</p> <p>Detectores de distintas temperaturas se pueden usar en el mismo circuito iniciador.</p> <p>Conductores interiores de acero y fundas exteriores selectas proveen resistencia contra daño mecánico.</p> <p>Fácil de instalar y de empalmar con herramientas comunes. Las juntas se pueden llevar a cabo sin afectar la integridad del sistema. Se puede instalar en áreas peligrosas</p> <p>Gama completa de temperaturas y modelos disponibles para acomodar las más exigentes aplicaciones. Detectores de distintas temperaturas se pueden usar en el mismo circuito iniciador.</p>
<p>Fabricante: KIDDE FENWAL Modelo: 27100</p> 	<p>Unidad de alta precisión de temperatura. Aplicaciones ordinarias y de alto riesgo. Características de detección de Temperatura Fija a 57°C (135°F) y Termovelocimétricas de 15°F/minuto, auto restaurable. Operación a dos hilos. Aprobado por CSFM, FM, NYMEA.</p>

Tabla 26
Estación Manual de Descarga.

<p>Fabricante: SIEMENS Modelo: MH-501</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Estaciones de color rojo con la palabra “TO - RELEASE FIRE EXTINGUISHING SYSTEM” de color blanco y en relieve. - Accionamiento de Doble Acción. - La palanca una vez bajada permanecerá así hasta que se reposicione con llave. - Operación a dos hilos. - Listado por UL. - Aprobado por FM.
---	---

Tabla 27

Estación Manual de Aborto.

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: AW-1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Momentáneamente impide la descarga de un sistema de extinción por FM-200 - Botón grande Tipo Hongo. - Listado por UL. - Aprobado por FM.
--	---

Tabla 28

Módulo de Interfase inteligente (1 salida y 1 entrada).

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: TRI-R</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Hace la Interfaz y Supervisa Contactos - Normalmente Abiertos o Normalmente Cerrados - Relee Integral SPDT (Un Polo Doble Tiro) (hasta 4 amperios) y una entrada Simple para confirmación - L.E.D. (Diodo Emisor de Luz) multicolor indica el estado (verde, ámbar, rojo) - Acceso frontal fácil al puerto de programación y a los terminales de alambrado - Se monta en una caja cuadrada de 4 pulgadas de 2¼ de profundidad, o caja eléctrica doble - Supervisión Dinámica - Viene con placa de datos de 5x5 pulgadas - Operación a dos hilos - La Programación de la Direcciones Electrónicas es Fácil y Confiable - Listado por UL - Aprobado por CSFM, FM y NYMEA
--	---

Tabla 29

Módulo de Interfase inteligente (2 entradas).

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: TRI-D</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Hace la Interfaz y Supervisa Contactos - Normalmente Abiertos o Normalmente Cerrados - Entrada Doble - L.E.D. (Diodo Emisor de Luz) multicolor indica el estado (verde, ámbar, rojo) - Acceso frontal fácil al puerto de programación y a los terminales de alambrado.
---	--

Tabla 30

Sirena con Luz Estroboscópica.

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: U-HNH-MCS</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - El Adaptador / U-MCS ofrece la opción de seleccionar, en el campo, cuatro valores de candela - 15/75, 30/75, 75 o 110. - Proporciona una salida audible de 96dB - Produce un (1) destello por segundo. - Para montaje en pared o techo. - Listado por UL.
---	---

Tabla 31

Punto de Control Inteligente.

<p>Fabricante: SIEMENS</p> <p>Modelo: ICP-B6</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo Inteligente para uso con el MXL, MXLIQ y MXLV - Se usa como Zona Telefónica, Zona de Altavoces o Circuito de Aparatos de Aviso (NAC) - Proporciona una Zona de Altavoces Monocanal de 25V (35 vatios) o 70.7V (25 vatios) - Proporciona Circuitos de Aparatos de Indicación de 24 VCC - Se usa con Aparatos de Aviso de Siemens Fire Safety - Circuitos de Teléfonos para Bomberos - Limitado en Energía Internamente Utilizando Dispositivos Térmicos de Estado Sólido Auto Restaurantes - Entrada de CC Supervisada - Se Monta Sobre un Cajetín Eléctrico Estándar (Doble o Cuadrada de 4") - No se Requiere Programación Mecánica de - Direcciones - Listado por UL y Listado por ULC; - Ciudad de Chicago, CSFM, NYMEA
--	--

Tabla 32

Detector de Humo por Aspiración (Detección Temprana).

<p>Fabricante: VESDA</p> <p>Modelos: VESDA Laser COMPACT</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Detector por muestreo de aire par aplicaciones de Detección Temprana. - Rango de sensibilidad programable entre 0.005ft% hasta 20ft% de obscuración. - Filtro de dos etapas. - Cobertura de hasta 800 m2 (8000 ft2) - Tres de umbrales de alarma. - Tres salidas de rele. - Memoria de teclado doce mil eventos. - AutoLearn - Número máximo de orificios: 20
--	---

Tabla 33

Fuentes de poder.

<p>Fabricante: ALARM SAF</p> <p>Modelo: PS5-BFS-24-UL</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Voltaje de salida: 24VDC - Corriente: 4A - Capacidad de ser supervisado por el panel contra incendios - Reporte de falla: Current limited voltage - Contará con baterías de respaldo recargables. - Temperatura de operación: 0-50°C - Listado por UL.
---	--

b. Extinción

Tabla 34

Gabinete adosable para edificios en instalaciones de procesos.

<p>Fabricante: Potter Roemer</p> <p>Modelo: 1054A</p> 	<p>La unidad de rack de mangueras 2510-42 incluye lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 01 manguera contra incendio 2915, 1 ½" x 100' FM - 01 válvula angular de bronce 4070, 1 ½" UL/FM - 01 pitón chorro/niebla de 1 ½" Red Nylon 2960
---	--

Tabla 35

Válvula de compuerta de 2 ½" hasta 8".

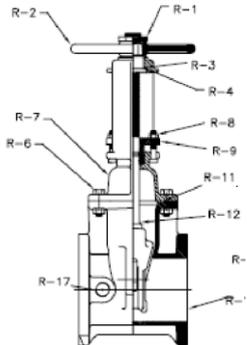
<p>Fabricante: KENNEDY</p> <p>Modelo: 4068A</p> 	<p>Tipo de válvula: OS&Y Bridada (De vástago saliente)</p> <p>Presión nominal de trabajo: 200 p.s.i.</p> <p>Listado por UL.</p> <p>Aprobado por FM.</p> <p>Cumple estándares AWWA C509</p>
---	--

Tabla 36

Tobera de descarga direccionable.

<p>Fabricante: Tyco Fire Products Modelo: D-3 Protectospray</p> 	<p>Diámetro nominal: 1/2" NPT</p> <p>Coficiente de descarga: Variable según requerimiento</p> <p>Máxima presión de operación: 175 p.s.i.</p> <p>Listado por UL.</p> <p>Aprobado por FM.</p>
--	---

Tabla 37

Válvula de alarma tipo check.

<p>Fabricante: Tyco Fire Products Modelo: Model AV-1-300</p> 	<p>Diámetro nominal: 2 ½" ranurada Máxima presión de operación: 175 p.s.i. Listado por UL. Aprobado por FM.</p>
--	---

Tabla 38

Válvula solenoide.

<p>Fabricante: Tyco Fire Products Modelo: 52-287-1-124</p> 	<p>Presión de trabajo: (20-250) p.s.i. Voltaje: 24VDC Listado por UL. Aprobado por FM.</p>
---	--

3.2.8. Procedimientos Estándar de Trabajo para el sistema contra incendio

PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREAS (PST)

PMA-PST12

TAREA : Inspección y pruebas de Rociadores
 Función : _____
 Cargo : Electricista de Sistemas Trabajo
 Contra Incendio No : _____
 Departamento : Prevención de Pérdidas Unid. : _____
 Fecha publicación:
 Publicación anterior: 29-
 Junio-2019
 Fecha de revisión: 25-
 Octubre-2019

Prerrequisitos de competencia:

- Ⓞ Haber recibido el Curso de herramientas manuales y portátiles
- Ⓞ Haber recibido el curso de aislamiento de energía

Referencias relacionadas:

- Ⓞ Manual de Prevención de Pérdidas – PP 37.01, PP 39.02
- Ⓞ NFPA 25

No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)	CA	NC
A.	Equipo de Protección Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Casco • Lentes de seguridad • Zapatos de seguridad dieléctricos con punta reforzada Si es necesario: • Guantes de cuero • Chaleco reflectivo • Orejeras y/o tapones de oídos 		
B.	Precauciones de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con candados y tarjetas de bloqueo y rotulado. • Asegurar que el área de trabajo esté limpia y ordenada. • Tomar toda precaución para salvaguardar su integridad física y la de los demás trabajadores en el área de trabajo. 		
C.	Tipos de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trabaja siempre con seguridad, si no es seguro no lo hagas, tu familia te espera</i> • <i>Trabaja en equipo, el compañerismo es un factor fundamental para el desarrollo de un trabajo</i> • <i>Se ordenado, limpia el área de trabajo antes de iniciarlo y al culminar</i> • <i>Se proactivo, anticipa ante un problema y prepárate para ello</i> 		
D.	Consumibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Formato No 3 de mantenimiento de SCI • Cinta teflón, • Spray “aflojatodo” • Radio de comunicación • Teléfono Celular de guardia • Unidad móvil • Cuaderno de apuntes • Lapicero 		
E.	Planificar y prepararse para el trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar y colocar herramientas y consumibles necesarios para el trabajo antes de salir. 		
F.	Desarrollar el procedimiento de trabajo:	Ver puntos del 1 al 21		
1.				

		Comunicar y coordinar inicios de trabajos en el área Coordinar con el encargado del área sobre los trabajos a desarrollar en la caseta de bombea, indicando trabajo a realizar, duración, y apoyo necesario de parte del usuario.		
2.		Inspección inicial del área de trabajo Inspeccionar el área completa de la caseta de bombeo y alrededores para detectar alguna condición de peligro si la hubiera.		
3.		Realizar el siguiente check list de la bomba CI 9 Verificar / Registrar la presión de arranque 9 Verificar / Registrar la presión de trabajo		
		<ul style="list-style-type: none"> ☞ Verificar / Registrar voltaje y estado de baterías ☞ Verificar el arranque manual ☞ Verificar el arranque automático ☞ Verificar ruidos extraños y vibración ☞ Revisar acople motor-bomba ☞ Revisar fugas en el sello de la bomba ☞ Revisar el prensaestopas / ajustar el collarín ☞ Revisar el eliminador de aire ☞ Revisar los pernos ☞ Lubricar los rodamientos ☞ Verificar el estado de las conexiones ☞ Revisión del panel de control ☞ Prueba del panel de control ☞ Calibración de sensores ☞ Prueba de sensores ☞ Revisión del programador de eventos ☞ Prueba del programador de eventos 		
4.		Realizar el siguiente check list para el motor diesel		

		<ul style="list-style-type: none"> ☞ Revisar el filtro de aire ☞ Revisar las baterías ☞ Revisar las mangueras de refrigerante ☞ Revisar los niveles de refrigerante ☞ Revisar la válvula solenoide de agua de enfriamiento ☞ Revisar el sistema de escape de gases ☞ Revisar el tanque de combustible ☞ Drenar el agua y sedimentos del tanque de combustible ☞ Inspección General ☞ Revisar el control de Operación y Apagado del Gobernador ☞ Revisar el calentador de agua de la chaqueta ☞ Revisar el nivel de aceite lubricante ☞ Revisar los indicadores de operación ☞ Remover el agua del filtro de combustible ☞ Probar la operación del motor ☞ Revisar la luz de advertencia indicadora de fallas en el panel ☞ Verificar funcionamiento de alarma indicadora de fallas. ☞ Cambiar tarjeta registradora de presión en el PLC. ☞ Registrar RPM del motor. ☞ Limpiar las baterías ☞ Revisar el alternador ☞ Revisar las fajas del alternador ☞ Limpiar filtro de aire ☞ Cambiar lapicero registrador de presión y baterías del reloj registrador en caso sea necesario ☞ Revisar el precalentador de agua ☞ Limpiar los filtros de agua de enfriamiento ☞ Revisar las uniones en "U" de la cardán ☞ Revisar las líneas de combustible (ingreso retorno) 		
5.		<p>Realizar el siguiente check list para la bomba Jockey</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Verificar registrar presión de arranque. ☞ Verificar registrar presión de parada. ☞ Verificar el arranque manual. ☞ Verificar el arranque automático. ☞ Verificar limpieza exterior e interior. ☞ Revisar acople motor-bomba ☞ Revisar fugas en el sello de la bomba (eje) ☞ Revisar la válvula de succión ☞ Revisar la válvula de descarga ☞ Revisar la válvula check ☞ Revisar el manómetro 		
		<ul style="list-style-type: none"> ☞ Lubricar rodamientos de la bomba ☞ 6.Verificar sobrecalentamiento en operación. 		
7.		<p>Realizar pruebas</p> <p>Realizar una prueba arrancando el motor y haciendo funcionar la bomba por 30 minutos, registrar datos de presión y caudal dejarlo en condición normal de funcionamiento.</p>		
8.		Orden y limpieza final		

		Realizar orden y limpieza final dejando el lugar tal como se encontró (sin nada fuera de lugar y con todas las herramientas y escaleras usadas fuera del sitio).		
9.		<p>Llenar formato de mantenimiento</p> <p>Con los datos obtenidos se procede a llenar el formato usado para el mantenimiento preventivo de bombas contra incendio, en donde se reportan las pruebas completas, datos del sistema, y cualquier problema que este pueda presentar. (Anexo 2)</p>		
G.	Notificar término e trabajos	<ul style="list-style-type: none"> Notificar al encargado del área que el trabajo de mantenimiento preventivo ha culminado y el sistema queda operativo; solicitando su firma en nuestro formato de mantenimiento con fecha y hora. 		

“CA” = COMPETENCIA ALCANZADA

“NC” = NO COMPETENTE

PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREAS (PST)		PMA-PST13		
<p>TAREA : Inspección y pruebas de hidrantes contra incendio.</p> <p>Función : _____</p> <p>Cargo : Electricista de Sistemas Trabajo Contra Incendio No : _____</p> <p>Departamento : Prevención de Pérdidas Unidad : _____</p> <p>Fecha publicación: Publicación anterior: 12- Octubre-2004</p> <p>Fecha de revisión: 25- Octubre-2005</p>				
<p>Prerrequisitos de competencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ⓣ Haber recibido el Curso de herramientas manuales y portátiles Ⓣ Haber recibido el curso de aislamiento de energía 		<p>Referencias relacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ⓣ Manual de Prevención de Pérdidas – PP 37.01, PP 39.02 Ⓣ NFPA 25 		
No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)	CA	NC
A.	Equipo de Protección Personal	<ul style="list-style-type: none"> Casco Lentes de seguridad Zapatos de seguridad dieléctricos con punta reforzada Si es necesario: Guantes de cuero Chaleco reflectivo 		
B.	Precauciones de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> Asegurar que el área de trabajo esté limpia y ordenada. Tomar toda precaución para salvaguardar su integridad física y la de los demás trabajadores en el área de trabajo. 		

C.	Tips de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Trabaja siempre con seguridad, si no es seguro no lo hagas, tu familia te espera • Trabaja en equipo, el compañerismo es un factor fundamental para el desarrollo de un trabajo • Se ordenado, limpia el area de trabajo antes de iniciarlo y al culminar • Se proactivo, anticipate ante un problema y prepárate para ello 		
D.	Consumibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Formato No 4 de mantenimiento de SCI, • Spray “aflojatodo” • Radio de comunicación • Teléfono Celular de guardia • Unidad móvil • Cuaderno de apuntes • Lapicero • Manómetro de prueba de 2 ½” 		
E.	Planificar y prepararse para el trabajo:	• Clasificar y colocar herramientas y consumibles necesarios para el trabajo antes de salir.		
F.	Desarrollar el procedimiento de trabajo:	Ver puntos del 1 al 5		
1.		Comunicar y coordinar inicios de trabajos en el área Coordinar con respuesta a emergencias acerca de las pruebas a realizar para que ellos decidan si estar o no presentes según su disponibilidad de trabajo.		
2.		<p>Inspección inicial del área de trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Inspeccionar el área cercana a donde se encuentra cada uno de los hidrantes a inspeccionar. ☞ Asimismo inspeccionar exteriormente la condición de cada hidrante(1) y válvula de paso(2) 		

PROCEDIMIENTO STANDARD DE TAREAS (PST)

PMA-PST29

TAREA : Inspección y pruebas sistemas de bombeo agua contra incendio

Función :

Cargo : Electricista de Sistemas
Contra Incendio

Departamento : Prevención de Pérdidas

Trabajo

No :

Unidad :

Fecha publicación:

Publicación anterior: 29-
Junio-2004

Fecha de revisión: 19-
Enero-2006

Prerrequisitos de competencia:

- ☉ Haber recibido el Curso de herramientas manuales y portátiles
- ☉ Haber recibido el curso de aislamiento de energía

Referencias relacionadas:

- ☉ Manual de Prevención de Pérdidas – PP 37.01, PP 39.02
- ☉ NFPA 13

⑨ Haber recibido el curso de trabajos				
No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACIÓN (CÓMO)	CA	NC
A.	Equipo de Protección Personal	<ul style="list-style-type: none"> • Casco • Lentes de seguridad • Zapatos de seguridad dieléctricos con punta reforzada Si es necesario: • Guantes de cuero • Chaleco reflectivo • Orejeras y/o taponos de oídos 		
B.	Precauciones de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con candados y tarjetas de bloqueo y rotulado. • Asegurar que el área de trabajo esté limpia y ordenada. • Tomar toda precaución para salvaguardar su integridad física y la de los demás trabajadores en el área de trabajo. 		
C.	Tips de Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trabaja siempre con seguridad, si no es seguro no lo hagas, tu familia te espera</i> • <i>Trabaja en equipo, el compañerismo es un factor fundamental para el desarrollo de un trabajo</i> • <i>Se ordenado, limpia el área de trabajo antes de iniciarlo y al culminar</i> • <i>Se proactivo, anticipate ante un problema y prepárate para ello</i> 		
D.	Consumibles.	<ul style="list-style-type: none"> • Formato No 3 de mantenimiento de SCI • Cinta teflón, • Spray "aflojatodo" • Radio de comunicación • Teléfono Celular de guardia • Unidad móvil • Cuaderno de apuntes • Lapicero 		
E.	Planificar y prepararse para el trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar y colocar herramientas y consumibles necesarios para el trabajo antes de salir. 		
F.	Desarrollar el procedimiento de trabajo:	Ver puntos del 1 al 8		
		Comunicar y coordinar inicios de trabajos en el área Coordinar con el encargado del área sobre los trabajos a desarrollar en la caseta de bombea, indicando trabajo a realizar, duración, y apoyo necesario de parte del usuario.		

3.3. Análisis económico

FLUJO DE CAJA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL
EGRESOS							
Sistema contraincendios mina – Equipos	S/. 531,546.56	S/. 0	S/. 531,546.56				
Área procesos mina - Equipos	S/. 217,259	S/. 0	S/. 217,259				
Ingeniería y supervisión del sistema contraincendios	S/. 228,562	S/. 0	S/. 228,562				
Materiales e instalación del sistema contraincendios	S/. 1,108,215	S/. 0	S/. 1,108,215				
Mantenimiento anual con contrata		S/. 51,774	S/. 258,868				
TOTAL EGRESOS	S/. 2,085,582	S/. 51,774	S/. 2,344,450				
FLUJO ENTRANTE							
Ahorro que tendría la empresa en caso ocurra un incendio (tomando como base el incendio en Shougang Perú) - Pérdidas Materiales	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 15,000,000.00	S/. 15,000,000
Costo de compra de equipos de la planta quemados	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 15,000,000.00	S/. 15,000,000
Costo de reinstalación de planta	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 1,000,000.00	S/. 1,000,000
Ahorro por pérdida de producción						S/. 142,566,921.90	S/. 142,566,922
TOTAL BENEFICIOS	S/. 0	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 173,566,921.90	S/. 173,566,921.90
FLUJO ANUAL DE CAJA	-S/. 2,085,582	-S/. 51,774	-S/. 51,774	-S/. 51,774	-S/. 51,774	S/. 173,515,148	S/. 171,222,471
TMAR	15%						
TIR	141%						
VAN	S/. 86,119,882						
B/C	38.20						

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El presente estudio nos ha permitido constatar que es imprescindible el diseño de un sistema contra incendios para una planta de molienda en una empresa minera, inicialmente la empresa en estudio no contaba con un sistema contra incendio, lo cual representaba altos riesgos de incendio que a su vez representan pérdidas económicas. De acuerdo a los análisis por el método de Meseri se determinó que los componentes de la planta de molienda tienen protección deficiente. El sistema diseñado consistió en la implementación de equipos de detección y de extinción mediante rociadores a lo largo de la faja basándose en las normas NFPA; lo cual es parecido al estudio de González (2015) que implementó un diseño contra incendio en base al código de seguridad humana, código uniforme contra incendios, código de alarmas contra incendios y el código eléctrico.

Asimismo, Ramírez (2014), en su investigación analizó las normativas legales vigentes necesita para un sistema contra incendios externo para contrarrestar cualquier tipo de peligro que en estas áreas utilizando extintores PQS, CO₂, espumas AFFF. A diferencia de esta investigación que se instalaron rociadores.

Rodríguez (2015), también utilizó el método Meseri para evaluar su protección contra incendio, el sistema realizado está compuesto por un diseño hidráulico, diseño de pulverización, señalización contra incendios, planes de actuación y planos de recursos contra incendios.

4.2. Conclusiones

- 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 mina., 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 mina 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.

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
- Harms, R. (2004). Relationships between accident investigations. *Risk analysis*. Journal of Hazardous Materials. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/10801/11111/1/11111.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
- 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)

ANEXOS

Anexo 1. Sistema contraincendio

