

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1.- RESUMEN DEL PLAN DE TESIS | 7 |
| 1.1.- ANTECEDENTES..... | 7 |
| 1.2.- DEFINICIÓN DE PROBLEMA..... | 9 |
| 1.3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO..... | 10 |
| 1.3.1.- Objetivo General..... | 10 |
| 1.3.2.- Objetivos Específicos..... | 10 |
| 1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO | 11 |
| 1.5.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL | 12 |
| 1.5.1.- Bases teóricas..... | 12 |
| 1.5.1.1.- Incendios / Explosiones..... | 12 |
| 1.5.1.2.- Fugas o Derrames..... | 15 |
| 1.5.1.3.- Erupciones Volcánicas | 17 |
| 1.5.1.4.- Sismos/ Terremotos | 18 |
| 1.5.1.5.- Movimientos de Masa..... | 18 |
| 1.5.1.6.- Inundaciones..... | 19 |
| 1.5.1.7.- Plan de Emergencia..... | 20 |
| 1.5.1.8.- Plan de evacuación | 21 |
| 1.5.2.- Bases técnicas | 22 |
| 1.5.2.1.- Normas INEN | 22 |
| 1.5.2.2.- Normas NFPA..... | 23 |
| 1.5.2.3.- Normas NTP | 24 |
| 1.5.2.4.- Normas IRAM | 25 |
| 1.5.3.- Marco Conceptual..... | 25 |
| 1.6.- HIPÓTESIS DE TRABAJO | 32 |
| 1.7.- DISEÑO METODOLÓGICO..... | 32 |
| 1.7.1.- Técnicas descriptivas..... | 33 |
| 1.7.1.1.- Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT..... | 33 |
| 1.7.1.2.- Método de Gretener | 36 |
| 1.7.1.3.- Método Frame | 38 |
| 1.7.1.4.- Método Índice de Dow de Incendio y Explosión..... | 39 |
| 1.7.1.5.- Método Identificación y Evaluación de Riesgos en una comunidad local..... | 42 |
| 1.7.2.- Técnicas de investigación..... | 43 |
| 1.7.2.1.- Investigación Documental | 43 |
| 1.7.2.2.- Investigación de Campo..... | 44 |
| 2.- MARCO DE REFERENCIA LEGAL..... | 46 |
| 2.1.- MARCO LEGAL NACIONAL..... | 46 |
| 2.1.1.- Constitución del Ecuador..... | 46 |
| 2.1.1.1.- Leyes | 47 |
| 2.1.1.2.- Decretos | 48 |
| 2.1.1.3.- Reglamentos..... | 49 |
| 2.1.1.4.- Normas..... | 63 |
| 2.2.- MARCO LEGAL INTERNACIONAL | 67 |
| 2.2.1.- Normas NFPA | 67 |
| 2.2.2.- Normas NTP..... | 70 |
| 2.2.3.- Normas IRAM..... | 71 |

| | |
|--|------------|
| .3.-DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE..... | 74 |
| LA PLANTA DE BENEFICIO DE MINERALES..... | 74 |
| LA ORQUIDEA..... | 74 |
| 3.1.-DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ENTORNO | 74 |
| 3.1.1.- Información General..... | 74 |
| 3.1.2.- Accesos y entorno | 75 |
| 3.1.2.1.- Accesos | 75 |
| 3.1.2.2.- Entorno | 76 |
| 3.1.3 Principal Actividad..... | 76 |
| 3.1.4 Organigrama de la empresa..... | 77 |
| 3.1.5 Característica constructiva de la planta | 78 |
| 3.2.- PROCESOS INDUSTRIALES | 80 |
| 3.2.1.-Alimentación - Clasificación | 80 |
| 3.2.2. Trituración..... | 81 |
| 3.2.3.-Almacenamiento de material..... | 82 |
| 3.2.4.-Circuito de molienda y clasificación | 83 |
| 3.2.5.-Circuito de Lixiviación-Adsorción | 83 |
| 3.2.6.-Circuito de Flotación..... | 84 |
| 3.2.7.-Circuito Desorción - Elución..... | 85 |
| 3.2.8.-Enfriamiento | 86 |
| 3.2.9.-Recuperación del metal..... | 86 |
| 3.2.10.-Refinación - Fundición | 86 |
| 3.2.11.-Amalgamación..... | 87 |
| 3.2.12.-Escombreras - Relaveras..... | 87 |
| 3.2.13.-Diagramas de Flujo | 88 |
| 3.2.14.- Recirculación de efluentes..... | 92 |
| 3.2.15.- Tratamiento de aguas residuales | 92 |
| 3.3.- INSTALACIONES AUXILIARES, UNIDADES MECÁNICAS Y REQUERIMIENTO DE INSUMOS | 92 |
| 3.3.1.- Instalaciones Auxiliares | 92 |
| 3.3.1.1.-Campamentos | 93 |
| 3.3.1.2.-Taller..... | 93 |
| 3.3.1.3.-Bodegas | 93 |
| 3.3.2.- Unidades Mecánicas..... | 93 |
| 3.3.2.1.-Maquinaria y Equipos..... | 93 |
| 3.3.3.-Requerimiento de Insumos | 95 |
| 3.3.3.1.- Suministro de Agua | 95 |
| 3.3.3.2.- Suministro de Energía..... | 95 |
| 3.3.3.3.-Suministro de comunicación | 96 |
| 3.3.3.4.-Suministro de combustible | 96 |
| 3.3.3.5.- Suministro de productos químicos..... | 97 |
| 3.3.3.6.-Suministro de insumos varios | 98 |
| 3.4.- POBLACIÓN LABORAL | 99 |
| 3.5.- CONDICIONES DE LA PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUIDEA ANTE UNA EMERGENCIA | 100 |
| 3.5.1.- Alarma para Evacuación | 100 |
| 3.5.2.- Señal de Alarma | 100 |
| 3.5.3.- Detector de Humo | 101 |
| 3.5.4.- Escaleras de Evacuación | 101 |

| | |
|--|------------|
| 3.5.5.- Rutas de Evacuación | 102 |
| 3.5.6.- Señalización de Evacuación | 104 |
| 3.5.7.- Señalización de lucha contra incendio..... | 105 |
| 3.5.8.- Sistema contra incendio | 105 |
| 3.5.9.- Botiquín de primeros auxilios..... | 106 |
| 3.5.10.- Puntos de reunión y emergencia para una evacuación | 107 |
| 3.5.11.- Mapa de recursos y evacuación | 107 |
| 3.5.12.- Brigadas de emergencia | 108 |
| 3.5.13.- Adiestramiento y Simulacros | 108 |
| 3.5.14.- Entidades de apoyo más próximos..... | 109 |
| 3.5.15.- Accidentes Mayores Suscitados | 109 |
| 4.- SITUACIONES DE EMERGENCIA | 111 |
| 4.1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON PROBABILIDAD DE RIESGO..... | 111 |
| 4.2.- EVALUACIÓN DE RIESGOS | 127 |
| 4.2.1.1.- Método Gretener | 127 |
| 4.2.1.2.- Método Frame | 146 |
| 5.- ORGANIZACIÓN Y PROCEDIMIENTO | 180 |
| DE LA EMERGENCIA..... | 180 |
| 5.1.-POLÍTICA DE EMERGENCIA | 180 |
| 5.2.-ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE EMERGENCIA..... | 181 |
| 5.2.1.-Comité de Emergencias (CDE) | 181 |
| 5.2.2.-Grupos de apoyo ante una emergencia..... | 182 |
| 5.2.2.1.- Grupo de Apoyo Interno | 182 |
| 5.2.2.2.- Grupo de Apoyo Externo | 184 |
| 5.2.3.- Organigrama de la estructura de la emergencia..... | 184 |
| 5.3.-ASIGNACIÓN DE FUNCIONES DE AGENTES DE INTERVENCIÓN | 185 |
| 5.4.- SISTEMAS DE NOTIFICACIÓN DE LA EMERGENCIA | 187 |
| 5.4.1.- Manejo de la emergencia | 187 |
| El manejo de la emergencia, en la planta de beneficio La Orquídea se desarrollará de la siguiente manera: | 187 |
| 5.4.2.- Nivel de la emergencia | 187 |
| 5.4.2.1.- Conato de incendio | 188 |
| 5.4.2.2.- Emergencia Parcial | 188 |
| 5.4.2.3.- Emergencia General..... | 188 |
| 5.4.3.- Sistema de Alerta y Alarma | 189 |
| 5.4.4.- Comunicación interna / externa | 189 |
| 5.4.5.- Procedimiento de actuación durante la emergencia | 191 |
| 5.4.5.1. Procedimiento ante un incendio / explosión..... | 191 |
| 5.4.5.2. Procedimiento ante un derrame | 193 |
| 5.4.5.3. Procedimiento ante eventos naturales..... | 197 |
| 5.5.- SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIO | 199 |
| 5.6.- PLAN DE EVACUACIÓN..... | 200 |
| 5.6.1.- Procedimiento de evacuación..... | 200 |
| 5.6.2.- Rutas de evacuación y punto de encuentro | 205 |
| 5.6.3.-Tiempo de evacuación..... | 207 |
| 5.6.4.- Prioridades de evacuación | 210 |
| 5.7.- EVALUACIÓN, EFICIENCIA, MANTENIMIENTO Y MEJORA DEL PLAN DE EMERGENCIA | 210 |

| | |
|--|-----|
| 5.7.1.- Prácticas y simulacros..... | 211 |
| 5.7.2.-Información e inducción del plan de emergencia y evacuación..... | 213 |
| 5.7.2.1. Información al personal de planta | 213 |
| 5.7.2.2. Inducción a personas externas a la planta | 213 |
| 5.7.3.-Formación del personal que integra el equipo de apoyo interno..... | 214 |
| 5.7.3.1.- Brigada contra Incendio..... | 214 |
| 5.7.3.2.- Brigada de prevención de Derrames..... | 215 |
| 5.7.3.3.- Brigada de Primeros Auxilios | 216 |
| 5.7.3.4.- Brigada de Búsqueda y Rescate | 216 |
| 5.7.3.5.- Brigada de Orden y Seguridad | 217 |
| 5.7.4.- Uso y Mantenimiento de equipos contra incendios..... | 218 |
| 5.7.5.-Implementación de materiales y equipos | 220 |
| 5.7.5.1.-Equipo contra incendios..... | 220 |
| 5.7.5.2.-Bocas de Incendio BIE | 221 |
| 5.7.5.3.-Sistemas Automáticos de Detección | 223 |
| 5.7.5.4.- Equipo contra derrames..... | 225 |
| 5.7.6.-Implementación de mapa riesgos, recursos y vías de evacuación..... | 226 |
| 6.- ANALISIS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 227 |
| 6.1.-ANÁLISIS DESCRIPTIVO; CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO. | 227 |
| 6.1.1.-Análisis Descriptivo..... | 227 |
| 6.1.1.1.- Método Gretener | 228 |
| 6.1.1.2.- Método Frame | 234 |
| 6.1.2.-Análisis Cualitativo | 236 |
| 6.1.3.-Análisis Cuantitativo..... | 239 |
| 6.2.-ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN | 241 |
| 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 243 |
| 7.1.-CONCLUSIONES | 243 |
| 7.2.-RECOMENDACIONES..... | 246 |
| 8.- BIBLIOGRAFIA | 248 |
| 8.1.- PUBLICACIONES | 248 |
| 8.2.- PAGINAS WEB | 252 |
| 9.- ANEXOS..... | 253 |
| 9.1.- HOJA DE CALCULO MÉTODO INDICE DE DOW | 253 |
| 9.2.- HOJA DE CALCULO MÉTODO FRAME..... | 253 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| TABLA No 1.1 PROBABILIDAD | 34 |
| TABLA No 1.2 CONSECUENCIAS | 34 |
| TABLA No 1.3 NIVELES DE RIESGO | 35 |
| TABLA No 1.4 CONTROL DE RIESGOS | 35 |
| | |
| TABLA No 3.1 INFORMACIÓN GENERAL – PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA | 74 |
| TABLA No 3.2 MAQUINARIA, EQUIPOS Y MATERIALES | 94 |
| TABLA No 3.3 DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA - PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA | 96 |
| TABLA No 3.4 SUSTANCIAS QUÍMICOS – PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA | 98 |
| TABLA No 3.5 NÚMERO DE PERSONAL POR PUESTO DE TRABAJO | 99 |
| TABLA No 3.6 CARACTERÍSTICAS DE ESCALERAS | 101 |
| TABLA No 3.7 EXTINTORES DE INCENDIO | 107 |
| | |
| TABLA No 4.1 IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON PROBABILIDAD DE PRESENTAR RIESGO | 111 |
| TABLA No 4.2 RIESGOS NATURALES | 112 |
| TABLA No 4.3 HOJA DE CÁLCULO GREENER NO 1 | 141 |
| TABLA No 4.4 HOJA DE CÁLCULO GREENER NO 2 | 142 |
| TABLA No 4.5 HOJA DE CÁLCULO GREENER NO 3 | 143 |
| TABLA No 4.6 HOJA DE CÁLCULO GREENER NO 4 | 144 |
| TABLA No 4.7 HOJA DE CÁLCULO GREENER NO 5 | 145 |
| TABLA No 4.8 RESUMEN DE CÁLCULO DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSIÓN (IFE) PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA | 173 |
| TABLA No 4.9 EVALUACIÓN DE RIESGO DE DERRAMES | 174 |
| TABLA No 4.10 INVENTARIO DE RIESGOS | 177 |
| | |
| TABLA No 5.1 FUNCIONES DE LOS AGENTES DE INTERVENCIÓN ANTE UNA EMERGENCIA | 186 |
| TABLA No 5.2 PROTOCOLO DE AVISO DE EMERGENCIA | 189 |
| TABLA No 5.3 ENTIDADES DE APOYO | 190 |
| TABLA No 5.4 CADENA DE MANDO | 190 |
| TABLA No 5.5 PROCEDIMIENTO ANTE UN DERRAME | 195 |
| TABLA No 5.6 TIEMPO PROPIO DE EVACUACIÓN | 209 |
| TABLA No 5.7 EXTINTORES DE INCENDIO | 221 |
| TABLA No 5.8 EXTINTORES MANUALES A IMPLEMENTAR | 221 |
| TABLA No 5.9 DETECTORES DE INCENDIO | 224 |
| | |
| TABLA No 6.1 CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS | 236 |
| TABLA No 6.2 ELEMENTOS VALORADOS | 238 |
| TABLA No 6.3 NFPA 101 VS FRAME | 239 |
| TABLA No 6.4 RESULTADOS DE EVALUACIÓN | 240 |
| TABLA No 6.5 COSTOS VS. BENEFICIOS | 242 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| FIGURA. No 4.1 MAPA ZONAS SÍSMICAS DEL ECUADOR | 113 |
| FIGURA No 4.2 MAPA DE GEOLOGÍA LOCAL DE LA ZONA DE ZARUMA Y PORTOVELO. | 116 |
| FIGURA No 4.3 UBICACIÓN DEL DESLAVE | 122 |
| FIGURA No 4.4 IESGOS NATURALES DEL CANTÓN PIÑAS | 123 |
| FIGURA No 4.5 RIESGOS MOVIMIENTOS DE MASA DEL CANTÓN PIÑAS | 125 |
| FIGURA No 4.6 ESCALA DE ORIENTACIÓN A LA PROTECCIÓN | 152 |
| FIGURA No 4.7FACTOR DE BONIFICACIÓN EFECTIVO | 166 |
| FIGURA No 4.8 RADIO DE EXPOSICIÓN | 167 |
| FIGURA No 4.9 FACTOR DE DAÑO | 168 |
| FIGURA No 4.10 MÁXIMOS DÍAS DE INTERRUPCIÓN | 170 |

1.- RESUMEN DEL PLAN DE TESIS

1.1.-ANTECEDENTES

Amlatminas S.A., inició sus operaciones el 24 de abril del 2007; su acción se enmarca en la actividad minera, concretamente en las siguientes fases: explotación, “*que comprende el conjunto de operaciones, trabajos y labores mineras destinadas a la preparación y desarrollo del yacimiento y a la extracción y transporte de minerales*”¹ y beneficio, “*que consiste en un conjunto de procesos físicos, químicos y / o metalúrgicos a los que se someten los minerales producto de la explotación con el objeto de elevar el contenido útil o ley de los mismos*”², para lo cual mantiene sus instalaciones en el distrito minero Zaruma –Portovelo de la provincia del Oro.

La empresa, consciente de la obligatoriedad legal en materia de seguridad industrial, está implementando el Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo, dentro del cual formará parte el Plan de Emergencia y Evacuación, que se diseña en el presente trabajo, permitiendo responder adecuadamente y oportunamente con criterios de seguridad, eficiencia y rapidez, ante los eventos de emergencia que se puedan presentar, preservando de esa manera la integridad física de los trabajadores, las instalaciones de la empresa y al mismo tiempo proteger al medio ambiente

¹ Ley de minería Suplemento RO No 517 Jueves 29 de Enero del 2009 página 7

² Ley de minería Suplemento RO No 517 Jueves 29 de Enero del 2009 página 7

El presente proyecto es realizado en la planta de beneficio de minerales metálicos “La Orquídea”, ubicada en el sector de Calera Chico, parroquia Piñas jurisdicción del cantón Piñas de la provincia de El Oro, tomando como objeto de observación todos sus procesos en el ámbito de la emergencia.

El trabajo se enmarca en el análisis de las características de la instalación industrial y su entorno, mediante la identificación física, el conocimiento de los procesos, tipo de material peligroso almacenado, equipos, número de personal, turnos y horarios, recursos propios (extintores, lámparas de emergencia, detectores de humo, etc.) y ajenos que posee el establecimiento para combatir una potencial emergencia, esto con la finalidad de tener en consideración todos los aspectos principales necesarios para poder diseñar la estructura apropiada del plan de emergencia y evacuación, para lo cual será necesario la elaboración de diagramas de flujo, mapas de riesgos, recursos y rutas de evacuación y otros necesarios para el diseño.

A continuación se determinaron las situaciones que podrían dar origen a escenarios de emergencia en la planta industrial, para lo cual primero se identificaron los peligros existentes en la instalación., posteriormente fueron valorados a través de técnicas de análisis de riesgo reconocidas a nivel internacional, determinando los controles necesarios para eliminar, evitar o reducir los riesgos y las consecuencias de sus daños.

Finalmente, se definió la estructura organizacional de la emergencia, se asignó funciones y responsabilidades, se delinearon procedimientos a seguir de acuerdo a la situación de la emergencia, se detallaron los medios de comunicación interna y externa, se identificaron las vías de evacuación y puntos de encuentro.

El aporte científico de la presente tesis es realizar un análisis de forma descriptiva, cualitativa y cuantitativa de los métodos seleccionados para la evaluación del riesgo de incendio en la planta de beneficio La Orquídea, precisando cuál es el método técnico que mida integralmente todos los factores de riesgo en función al código de seguridad humana NFPA 101.

1.2.- DEFINICIÓN DE PROBLEMA

Las exigencias nacionales como internacionales en el ámbito de la seguridad a nivel industrial, han generado que las empresas tengan la necesidad de fortalecerse para garantizar que los trabajos se realicen de manera segura.

Amlatminas S.A. es una empresa dedicada a la minería, actividad económica considerada a nivel mundial como una de las más arriesgadas debido a los peligros asociados a su ejercicio, ya que sus procesos productivos implican el uso de sustancias químicas, energías, equipos y maquinaria pesada.

Considerando que la empresa Amlatminas S.A. en sus instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea dispone de un sistema elemental de emergencia manejado exclusivamente por la acción humana, basada en la protección por medio de extintores portátiles, es necesario diseñar e implementar un plan de emergencia y evacuación.

El plan permitirá al personal técnico y operativo de la planta industrial enfrentar accidentes mayores como: incendios, explosiones, fugas o derrames de sustancias químicas, así como sucesos naturales: erupciones volcánicas, sismos o terremotos, movimientos de masa e inundaciones, que puedan presentarse dentro de las instalaciones durante el proceso de

beneficio de minerales metálicos, mediante la ejecución de mecanismos para una respuesta eficaz, a través de la organización para el control de la emergencia, procedimientos durante y después de la emergencia, uso y mantenimiento de equipos contra incendio, acciones preventivas y correctivas, capacitación, entre otros, que permita un buen desenvolvimiento del personal de la empresa ante eventos de gran magnitud.

1.3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1.- Objetivo General

- Ü Proponer un plan de emergencia y evacuación como herramienta estratégica para orientar las acciones a la atención de eventualidades en las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea.

1.3.2.-Objetivos Específicos

- Ü Identificar los peligros y evaluar cualitativamente o cuantitativamente los riesgos a accidentes graves (incendio, explosión, fugas o derrames de sustancias químicas) e incidentes naturales como: (erupciones volcánicas, sismos o terremotos, movimientos de masa e inundaciones).
- Ü Definir los recursos humanos necesarios para la organización de la emergencia y asignar las debidas responsabilidades y funciones.

- Ü Identificar los recursos materiales que se requieren para responder ante una emergencia.

- Ü Enunciar los procedimientos que comprendan las fases de actuación del antes, durante y después de una emergencia.

- Ü Describir el plan de emergencia y evacuación para la planta de beneficio La Orquídea.

1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El diseño del plan de emergencia y evacuación, formará parte del Sistema de Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa Amlatminas S.A., que actualmente se encuentra implementando, dando cumplimiento legal a los requisitos aplicables a la normativa vigente en el país.

A través de esta tesis, el plan de emergencia y evacuación permitirá implementar y establecer estrategias que ayuden a actuar de manera efectiva ante un riesgo de incendio, explosión, derrames y fenómenos naturales, se logrará crear una cultura de seguridad en directivos, técnicos y trabajadores de la empresa, una vez implementado el plan garantizará que al momento de una emergencia, todos estén preparados para enfrentarla.

Con la elaboración de este estudio, se pretende incentivar a las demás plantas de beneficio del sector para que elaboren e implementen planes de emergencia y evacuación en sus

instalaciones, incrementando el nivel de seguridad de las operaciones mineras en el sector, y reduciendo en lo posible los eventos catastróficos.

El estudio presenta un análisis del costo beneficio de la implementación del plan de emergencia y evacuación de la planta de beneficio La Orquídea, para la toma de decisiones de los directivos de la empresa.

Finalmente se realizará un análisis descriptivo, cualitativo y cuantitativo de los métodos Gretener y Frame seleccionados para la evaluación de riesgos de incendio en la planta de beneficio La Orquídea, identificando el método integral que cumpla con la norma NFPA 101.

1.5.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Para el diseño del Plan de Emergencia y Evacuación de la planta de beneficio La Orquídea, se ha considerado las siguientes bases teóricas y técnicas.

1.5.1.- Bases teóricas

1.5.1.1.- Incendios / Explosiones³

³ P F. Johnson 1998 Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo 4.1 Incendios página 15

La Historia habla del uso del fuego, pero también de los importantes daños causados por el mismo, la causa de los incendios suele ser un error humano al poner en contacto un combustible con una fuente de ignición (p Ej., papel de desecho almacenado cerca de un calentador o líquidos inflamables que se utilizan cerca de una llama abierta).

Para que se produzca un incendio es necesario un combustible, una fuente de ignición y algún mecanismo que ponga en contacto estos dos, en presencia de aire o de otro oxidante.

En los últimos años, cada vez es mayor la preocupación por la prevención de los incendios como una de las maneras más efectivas desde el punto de vista económico de tratar este tema. Suele resultar más fácil (y más económico) evitar que se produzca un incendio que controlarlo o extinguirlo una vez iniciado.

Así lo ilustra el Fire Safety Concepts Tree (NFPA 1991; 1995a) desarrollado por el NFPA en Estados Unidos. Este enfoque sistemático de la seguridad contra incendios demuestra que es posible reducir las víctimas mortales por incendio en el lugar de trabajo evitando la ignición de los mismos o controlando su repercusión.

La prevención de incendios exige modificar el comportamiento humano, y para ello es necesario impartir una formación de seguridad frente a incendios a cargo de la dirección, utilizando los últimos avances en materia de formación y normativa, así como otros materiales pedagógicos.

En muchos países, estas estrategias son de obligado cumplimiento por ley y las empresas están obligadas a cumplir la normativa legal de prevención de incendios como parte de su compromiso de seguridad frente a los trabajadores.

En nuestro país se encuentra en vigencia el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra Incendios, publicado en la edición especial No 114 RO 1257 del jueves 02 de abril del 2009, su ámbito de aplicación es a nivel nacional y obligatoria para:

Proyectos arquitectónicos e ingenieriles, actividades de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles, explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro.⁴

En el ámbito de explosiones Dougal Drysdale⁵ señala:

Se caracteriza por una liberación repentina de energía que produce una onda expansiva capaz de causar un daño remoto. Existen dos tipos de fuentes: la alta explosión y la explosión por presión.

La primera fuente es típica de sustancias altamente exotérmicas que se descomponen liberando grandes cantidades de energía, a pesar de que son térmicamente estables, pueden llegar a detonar, descomponiéndose y propagándose a la velocidad del sonido.

La segunda fuente de explosión puede ser igualmente devastadora, especialmente si se desconocen sus riesgos. Las sobrepresiones que dan lugar a explosiones pueden deberse a procesos químicos en instalaciones o simplemente a efectos físicos, como cuando se calienta un recipiente externamente hasta que alcanza una sobrepresión.

⁴ Registro Oficial No 1257 - jueves 02 de abril de 2009 página 4

⁵ D Drysdale 1998 Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo 4.1 Incendios páginas 6-7

En otros casos, la sobrepresión se debe a un proceso químico interno. En las industrias de transformación, el auto calentamiento del material puede provocar una reacción incontrolada que genere altas temperaturas y presiones capaces de ocasionar una explosión por presión. Sin embargo, el tipo más común de explosión es el debido a la ignición de una mezcla de gas/aire inflamable confinada en algún recipiente de una instalación o en cualquier estructura cerrada.

Otros autores lo definen como

La liberación brusca de gran cantidad de energía, normalmente encerrada en un volumen pequeño, producido por un incremento violento y rápido de la presión, con desprendimiento de calor, luz y gases y que muchas veces va acompañada de la rotura del recipiente que la contiene.⁶

1.5.1.2.-Fugas o Derrames

Las actividades industriales, comerciales y de servicios involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y materiales peligrosos, por lo que existe el riesgo potencial de que ocurra algún accidente en alguna de estas etapas y como consecuencia una liberación no controlada que pueda causar daño al trabajador, a las instalaciones y al medio ambiente.

Por lo cual es indispensable que estas actividades se realicen de manera segura, siendo importante conocer las propiedades y características de las sustancias químicas y materiales, con el fin de prevenir y mitigar el impacto de cualquier accidente.

⁶ Centro de Estudios Financieros 1999 Manual básico de prevención de riesgos laborales-Planes de Emergencia y Evacuación página177

Los accidentes relacionados con el manejo de sustancias y materiales peligrosos, se presentan con poca frecuencia; sin embargo, el costo social, ambiental y económico suele ser elevado.

La principal herramienta para combatir estos accidentes es la prevención y el primer paso es la adecuada identificación de los peligros asociados al almacenamiento, transporte, uso y distribución de sustancias y materiales peligrosos.”⁷

Por otra parte:

La National Fire Protection Association de los EEUU (NFPA); ha establecido un sistema de identificación de riesgos en forma de diamante para cada químico a través de los cuales se puede obtener información general y rápida sobre los riesgos inherentes a una sustancia particular y el nivel de severidad que presenta bajo condiciones de emergencia como fugas, derrames o incendios.

El diagrama NFPA, identifica la sustancia química usando una graduación de 0 a 4, por sus efectos a la salud en fondo azul, su grado de inflamabilidad en fondo rojo, su potencial de reactividad en fondo amarillo.

La calificación 4 indica riesgo severo de muerte o lesión residual para las personas, alta potencialidad de incendio bajo cualquier condición; la valoración 0 está destinada a materiales que no ofrecen peligros especiales para la salud, no entran en ignición y son normalmente estables.

La calificación de 1 a 3, están destinados a la identificación de sustancias que no son excesivamente peligrosas, pero que si representan riesgos para la

⁷ M Arcos,2007- Centro Nacional de Prevención de Desastres Riesgos Químicos páginas 3-16

salud, además de los riesgos de incendio y de reactividad que ameritan sus respectivos controles de seguridad.⁸

El almacenamiento de sustancias peligrosas no necesariamente implica que tenga que presentarse un evento durante su manejo, ya que esto puede evitarse mediante el conjunto de medidas que la industria lleva a cabo para operar de manera segura y eficiente tales como: un adecuado mantenimiento de los equipos e instalaciones, cumplimiento de estándares de construcción y diseño, desarrollo de procedimientos de operación y constante capacitación del personal, entre otros.”⁹

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación, mediante la norma IRAM 3797, identifica los productos peligrosos clasificándolos por clases y símbolos, para facilitar la identidad de la naturaleza del riesgo que se puede presentar en la manipulación y almacenamiento de la mercadería.

El transporte, almacenamiento y manejo de sustancias químicas peligrosas en nuestro país debe hacerse conforme a la norma técnica NT-INEN 2266:2000; la cual establece los requisitos y precauciones que se debe tener en cuenta al trabajar con productos químicos.

1.5.1.3.- Erupciones Volcánicas¹⁰

Ecuador por su ubicación geográfica y características geográficas regionales, es uno de los países con más alta concentración de volcanes activos en el mundo, estudios geovulcanológicos han determinado que en territorio continental existen más de cincuenta edificios volcánicos considerados activos, de los cuales el Cotopaxi, Guagua Pichincha,

⁸ Surapet 2000 Manejo de Sustancias Químicas páginas 13-14

⁹ M Arcos, Enrique Bravo 2007- Centro Nacional de Prevención de Desastres Riesgos Químicos página 17

¹⁰ Defensa Civil 2005 Plan de emergencia para afrontar erupciones volcánicas en las provincias del Ecuador
12

Antisana, Tungurahua, Sangay, Cerro Negro han presentado erupciones en tiempos históricos y otros volcanes en los que se ha comprobado una actividad a veces violenta, dentro de los últimos años.

Entre ellos se menciona al Ninahuilga, Pishango, Sumaco, Toro Pugró, Satche, Cayambe, Quilotoa, Cerro Negro, Tulobug, Imbabura, Cuicocha, Pululahua, Sierra Negra, Cerro Azul, y La Cumbre que podrían producir erupciones volcánicas caracterizados por sismos, flujos, piróclastos, flujos de lodo, escombros, y lava lo que ocasionará pérdida de vidas, bienes y destrucción del medio ambiente

1.5.1.4.- Sismos/ Terremotos

El Ecuador por encontrarse en el cinturón de fuego del pacifico, está localizado en una zona altamente sísmica, la sismicidad en el Ecuador obedece a tres grandes fuentes generadoras de sismos: la primera asociada a la subducción de la placa de Nazca (placa oceánica) por debajo de la placa Sudamericana (continental); la segunda que corresponde al fallamiento continental y finalmente la sismicidad asociada con el volcanismo activo, estas fuentes sismogénicas han producido en el Ecuador más de 97 sismos destructivos desde 1541 hasta la actualidad¹¹

1.5.1.5.- Movimientos de Masa

Son los desplazamientos de masas de suelo, causados por exceso de agua en el terreno y por efecto de la fuerza de gravedad. Los movimientos en masa son procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original sin que medie ostensiblemente medio de transporte alguno, siendo tan solo necesario que las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras.

¹¹ Defensa Civil 2005 Plan de emergencia para afrontar sismos en las provincias del Ecuador página 12

Este tipo de procesos gravitatorios se interrelacionan mutuamente con las precipitaciones altas, de tal forma que frecuentemente las lluvias torrenciales son causantes y/o precursoras de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas desestabilizadoras y reducen la resistencia del suelo al deslizamiento.¹²

Por lo general los movimientos masales toman nombres diversos (deslizamientos, derrumbes, coladas de barro, solí fluxión, hundimientos desprendimientos y desplomes) los cuales dependen del grado de saturación del terreno, velocidad del desplazamiento, profundidad de la masa desplazada y grado y longitud de la pendiente del terreno.¹³

1.5.1.6.- Inundaciones

La comparecencia del Fenómeno de "El Nino" hace que se presenten precipitaciones extraordinariamente fuertes, las mismas que pueden extenderse por varios meses, provocando graves inundaciones en las zonas bajas de la región costanera ecuatoriana, provocando: Pérdidas de vidas humanas, pérdidas de cultivos, daños, destrucción de puentes, casas y de la infraestructura en general, aislamiento entre ciudades y áreas rurales, problemas de salud (epidemias), consecuencias sociales y económicas negativas.¹⁴

El clima ecuatorial es aquel que se caracteriza en las temperaturas altas y casi constante durante todo el año además de lluvias abundantes y regulares siempre superiores a 1500 o 2000 mm por año, y se localiza en las zonas cercanas al ecuador terrestre, en muy bajas latitudes, es decir el cinturón latitudinal correspondiente a la zona intertropical de convergencia (ZIC), donde se encuentran los vientos alisios del noreste y sureste que confluyen en el ecuador, se elevan y forman nubes que descargan lluvia de forma permanente, ocasionado inundaciones en las zonas bajas¹⁵

¹² Gray, Sotir 1996 Bioingeniería y Restauración Ecológica- Los Movimientos Masales página 1

¹³ Federa café 1975 Bioingeniería y Restauración Ecológica- Los Movimientos Masales página 1

¹⁴ ORSTOM 1994 Inundaciones y Sequías en el Ecuador, página 107 -108

¹⁵ es.wikipedia.org/wiki/Clima_ecuatorial

1.5.1.7.- Plan de Emergencia

Los planes de emergencia tienen el propósito de reducir los daños provocados por las situaciones de incendio, explosiones, fugas o derrames de productos peligrosos, y amenazas naturales; por lo tanto, para la elaboración del plan se debe previamente hacer un estudio de análisis de riesgos con la finalidad de evaluar adecuadamente los tipos de eventos, los recursos y las acciones necesarias para minimizar los impactos.

Mosquera Álvarez 2007, define a los planes de emergencia como:

Instrumentos que precisan las políticas, objetivos, estrategias, acciones y programas mediante los cuales se deben orientar las actividades a desarrollar a nivel institucional para la prevención y mitigación de riesgos presentes en estas y los preparativos para la atención de emergencias, la rehabilitación en caso de desastre, y entrenamiento personal para aplicar en estos procesos.¹⁶

Es necesario también diferenciar entre los dos términos:

Emergencia: Cortés Díaz 2007 lo define como

Aquella situación en la que se ha producido un suceso incontrolado o en la que se prevé razonablemente que se producirá de forma inmediata, un suceso incontrolado del que puedan derivarse daños importantes para las personas, el medio ambiente o el patrimonio, requiriendo una actuación y/ o evacuación rápida y segura.¹⁷

¹⁶ Faber Mosquera Álvarez 2007 Planes de Emergencia Empresariales página 8

¹⁷ José María Cortes 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo página 307

Plan de Emergencia: García López 1999 lo define como “*un documento que tiene como misión la minimización de las consecuencias de una emergencia mediante los recursos técnicos y humanos disponibles en la empresa.*”¹⁸

Por lo tanto, un plan de emergencia consiste en dotar a la industria de recursos materiales y humanos, capaces de llevar a cabo acciones de prevención de riesgos ante una emergencia.

1.5.1.8.- Plan de evacuación

Hay veces que ante una situación de emergencia lo que hay que hacer es alejar del peligro a los trabajadores, visitantes, clientes, etc. Este desalojo de la zona de peligro es lo que se llama evacuación, que puede ser total o parcial, según se desaloje todo el edificio o parte del mismo. Así, la evacuación, más que una emergencia, es una consecuencia o una medida a tomar ante una emergencia.¹⁹

Los principales fundamentos que hay que considerar en una evacuación son:

Orden: Se ha de establecer un orden en la evacuación de las personas.

Rapidez: Desde que se da la señal de evacuación hasta que se ha desalojado.

Control: Los encargados de dirigir la evacuación han de comprobar que la evacuación se realiza conforme al orden planificado y que además no quede nadie por evacuar.

¹⁸ José Luis García López 1999 Plan de Emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos página 5

¹⁹ Centro de Estudios Financieros 1999 Manual básico de prevención de riesgos laborales-Planes de Emergencia y Evacuación página 189

Por lo tanto, podemos definir la evacuación como “el desalojo rápido, ordenado y controlado de un área en la que se ha presentado una situación de emergencia a otra (interior o exterior) en la que no exista peligro alguno”²⁰.

Para la evacuación de la zona de peligro se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.-La superficie a desalojar.
- 2.-El número de personal a desalojar.
- 3.-Las características de las vías de evacuación y las salidas del recinto.
- 4.-Los sistemas de detección y alarma.
- 5.-Preparación e instrucciones del personal
- 6.-Señalización de emergencia.

Para el análisis de la evacuación se considerará como origen todo punto ocupable (comedores, servicios higiénicos, puestos de trabajo etc.) en donde pudiera haber alguien en el momento de la emergencia.

1.5.2.- Bases técnicas

1.5.2.1.- Normas INEN

²⁰ Centro de Estudios Financieros 1999 Manual básico de prevención de riesgos laborales-Planes de Emergencia y Evacuación página189

El instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), establece directrices técnicas que ayudan a homologar las condiciones de calidad y seguridad en lo referente a la protección y actuación ante incendios, entre estas tenemos:

| | |
|--------------------|---|
| NT-INEN 439:1984 | Colores, Señales y Símbolos de Seguridad. |
| NT-INEN 440:1984 | Colores de identificación de tuberías. |
| NT-INEN 0 441:1984 | Identificación de cilindros que contienen gases industriales |
| NT-INEN 0 802:1987 | Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones. |
| NT-INEN 739:19787 | Extintores portátiles, Inspección Mantenimiento y Recarga. |
| NT-INEN 2 266:2000 | Transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos. Requisitos. |
| NT-INEN 2 288:2000 | Productos químicos industriales peligrosos: Etiquetado de precaución. Requisitos. |
| NT-INEN 1 534:2001 | Prevención de incendios. Almacenaje de cilindros y recipientes portátiles de gas licuado de petróleo (GLP). Requisitos. |
| NT-INEN 0 06:2005 | Extintores portátiles para la protección contra incendios. |

1.5.2.2.- Normas NFPA

Las normas NFPA²¹ son

²¹ [https:// www.nfpa.com](https://www.nfpa.com)

Reconocida alrededor del mundo como la fuente autoritativa principal para conocimiento técnico, datos y consejos para el consumidor sobre la problemática del fuego y la protección y prevención.

La actividad más importante de la NFPA y por lo que más se la conoce, es la redacción de normas y códigos contra incendio, estos documentos normativos se han convertido en una de las referencias de mayor valor al momento de tomar decisiones sobre cómo proteger las vidas y los bienes de la acción del fuego.

Entre estas tenemos:

| | |
|-----------|---|
| NFPA 10 | Extintores portátiles contra incendios. |
| NFPA 72 | Código nacional de alarmas de incendio. |
| NFPA 704 | Sistemas de normas de identificación de riesgos de incendio de materiales. |
| NFPA 1001 | Estándar para las competencias profesionales del bombero. |
| NFPA 1600 | Manejo de Desastres/ Emergencias y programas para la continuidad de los negocios. |
| NFPA 101 | Código de seguridad humana |
| NFPA 600 | Normas sobre brigadas privadas contra incendio |

1.5.2.3.- Normas NTP

1.5.2.4.- Normas IRAM

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), en su rol de organismo de normalización, desarrolla de manera participativa, transparente y por consenso, normas técnicas, que contribuyen a mejorar la calidad de vida, el bienestar y la seguridad de personas y bienes.”²²

Entre estas tenemos.

| | |
|-------------|--|
| IRAM 3797 | Identificación y rotulación de productos peligrosos. |
| IRAM 3546 | Extinción de incendios |
| IRAM 3517 | Extintores - Matafuegos |
| IRAM 3517-2 | Control trimestral de extintores |
| IRAM 3957 | Señalización de Emergencia. |

1.5.3.- Marco Conceptual

Los conceptos señalados a continuación han sido tomados de algunas publicaciones, entre estas el glosario de términos básicos de uso habitual en situaciones de emergencia.

²² [https:// www.iram.com](https://www.iram.com)

- Ü **ACCIDENTE:** Evento adverso, no premeditado y no previsible, que se presenta en forma súbita, altera el curso regular de los acontecimientos, causa daños humanos y/o materiales.

- Ü **ACCIDENTE MAYOR:** Suceso inesperado y súbito (en particular, emisión, incendio o explosión importante), resultante de acontecimientos anormales durante una actividad industrial, que supone un peligro grave para los trabajadores, la población o el medio ambiente, sea inminente o no, dentro o fuera de la instalación, y en el que intervienen una o más sustancias peligrosas.

- Ü **AGENTE EXTINTOR:** Elemento que en estado sólido, líquido o gaseoso, al contacto con el fuego y en la cantidad adecuada, lo elimina.

- Ü **ALARMA:** Señal o aviso que se da mediante un sistema sonoro, de luces, de claves u otros a los miembros de una institución para que se protejan ante un posible peligro

- Ü **ALERTA:** Fase permanente de supervisión y vigilancias de los riesgos establecidos o eventuales.

- Ü **AMENAZA:** Probabilidad de ocurrencia de un evento adverso de una cierta intensidad, en un sitio específico y en un período de tiempo determinado.

- Ü **BRIGADA DE EMERGENCIA:** Grupo de apoyo especializado y equipado, cuya finalidad es minimizar las lesiones y pérdidas que se puedan presentar como consecuencia de una emergencia.

- Ü **COMBURENTE:** Elemento que produce la rápida oxidación del combustible ardiendo. Se trata del oxígeno en estado libre o combinado.

- Ü **COMBUSTIBLE:** Cualquier material sólido, líquido o gaseoso que al combinarse con un comburente y en contacto con una fuente de calor, inicia el fuego y arde desprendiendo luz y calor propios.

- Ü **CONATO DE INCENDIO:** Incendio en su fase inicial que puede ser apagado utilizando extintores comunes.

- Ü **CONTINGENCIA:** Evento que puede suceder o no, que permite preverlo y estimar sus efectos para el cual debemos estar preparados.

- Ü **ESCENARIO:** Lugar o área física en la cual se desencadena un evento adverso simulado o real con la proyección de un futuro posible y la trayectoria asociada a él.

- Ü **ESTADO DE ALERTA:** Periodo que transcurre desde el momento en que se declara la alerta hasta que se desencadena la alarma.

- ü **ERUPCIÓN VOLCÁNICA:** La emisión puede ser abrupta y violenta de materiales calientes sobre la superficie de la tierra.

- ü **EMERGENCIA:** Suceso súbito generado por la ocurrencia real o inminente de un evento adverso, que requiere de una movilización inmediata de recursos.

- ü **EVACUACIÓN:** Acción tendiente a establecer una barrera (distancia) entre una fuente de riesgo y las personas amenazadas, mediante el desplazamiento de éstas.

- ü **EVALUACION DE RIESGO:** Es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan “in situ”, a fin de levantar la información sobre la identificación de los peligros, el análisis de las condiciones de vulnerabilidad y cálculo del riesgo con la finalidad de recomendar las medidas de prevención.

- ü **EVENTO:** Descripción de un suceso natural, tecnológico o provocado por el hombre, en términos de sus características, su dimensión y ubicación geográfica y área de influencia. Es el registro en el tiempo y el espacio de un suceso.

- ü **EXPLOSIÓN:** Fenómeno originado por la expansión violenta de gases, se produce a partir de una reacción química, o por ignición o calentamiento de algunos materiales, se manifiesta en forma de liberación de energía y da lugar a la aparición de efectos acústicos, térmicos y mecánicos.

- ü **EXTINTOR:** Equipo o instrumento para arrojar al fuego un agente que lo apaga.

- ü **FUEGO:** Reacción química que consiste en la oxidación violenta del material combustible al contacto con el oxígeno, se manifiesta con el desprendimiento de energía calorífica, emisión de humos y gases.

- ü **FUGA O DERRAME:** Es la liberación o pérdida del contenido de cualquier sustancia: líquida, gaseosa o sólida del recipiente que lo contiene.

- ü **INCENDIO:** Fenómeno que se presenta cuando uno o varios materiales combustibles o inflamables son consumidos en forma incontrolada por el fuego, generando pérdidas de: vidas humanas o de bienes valores.

- ü **INUNDACIÓN:** Es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos, por lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por maremotos.

- ü **NIVEL DE RIESGO:** Calificación relativa de un riesgo en función de la combinación de la probabilidad por la consecuencia de los elementos bajo riesgo.

- ü **NOTIFICACIÓN DE ALERTA:** Es el mecanismo mediante el cual se informa al comité de emergencias sobre la declaratoria de alerta.

- Ü **MAPA DE RIESGO:** Nombre que corresponde a la representación al cual se le agrega la señalización de un tipo específico de riesgo, diferenciando las probabilidades alta, media y baja de ocurrencia de un desastre.

- Ü **MAPA DE EMERGENCIA:** Plano que sirve como referencia al personal, respecto a la ubicación de salidas de emergencia, extintores, alarmas, puntos de concentración, rutas de escape y otros equipos de emergencia.

- Ü **MOVIMIENTO DE MASA:** Consiste en un descenso masivo y relativamente rápido a veces de carácter catastrófico a lo largo de una pendiente, el material se mueve como una masa única.

- Ü **PLAN DE EMERGENCIA:** Documento oficial a través del cual se determina la estructura organizativa y funcional de las autoridades y organismos llamados a intervenir en un siniestro o desastre, asimismo permite establecer los mecanismos de coordinación y de manejo de recursos.

- Ü **PULSADOR DE ALARMA:** Elemento usado para enviar de forma manual, la señal de alarma de incendios a la central de señalización y control.

- Ü **RIESGO:** Factores establecidos que involucran una probabilidad significativa de ocurrencia de un evento negativo.

Ü **SEÑALÉTICA DE VÍAS EVACUACIÓN:** Conjunto de señales o símbolos cuyo objetivo es guiar y orientar la evacuación de las personas en caso de un siniestro.

Ü **SIMULACION:** Es un ejercicio que permite llevar a cabo una abstracción de la realidad. Se basa en un evento hipotético ocurrido en un lugar y tiempo específico, con el fin de evaluar componentes de coordinación, toma de decisiones, valoración de datos y verificación de listas de chequeo, entre otros.

Ü **SIMULACRO::**Ejercicio de representación en el cual las personas que participarían en una emergencia aplican los conocimientos y ejecutan las técnicas y estrategias que les están asignadas, ante un escenario ficticio planteado a fin de prever las situaciones o problemas presentados durante la ocurrencia de un siniestro.

Ü **SISMO:** Movimiento de la corteza terrestre generalmente producido por disturbios de origen tectónico o volcánico, que provocan sacudidas rápidas y abruptas en la superficie terrestre.

Ü **SISTEMA DE EMERGENCIA:** Abarca el conjunto de equipos, máquinas y herramientas instalados en las diversas áreas a fin de detectar y controlar eventos de emergencia.

Ü **SUSTANCIAS PELIGROSAS:** Todas aquellas que por su naturaleza, producen o puede producir daños momentáneos o permanentes a: la salud humana, a los bienes y/o al medio ambiente.

ü **VÍAS DE EVACUACIÓN:** Vías de evacuación: circulación que permite la salida fluida de personas en situaciones de emergencia hasta un espacio exterior libre de riesgo.

1.6.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

Si el riesgo de incendio en la planta de beneficio La Orquídea es alto en función a las metodologías utilizadas en la evaluación; entonces el plan de emergencia y evacuación optimizará la respuesta a la contingencia, mediante el compromiso de implementar y mantener operativo un sistema contra incendio aprobado por la gerencia de Amlatminas S.A.

1.7.- DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología que ha de aplicarse para llevar a cabo los objetivos planteados, demandará una serie de etapas a ejecutarse durante el tiempo que exija la investigación para recolectar la información documental y de campo, necesarios para el diseño del plan de emergencia y evacuación para la planta de beneficio “La Orquídea”.

La población de estudio estará conformada por todo el personal de la planta industrial, considerando los riesgos probables a generarse en las distintas áreas de trabajo sin excluir ningún proceso, como también a los vecinos y propietarios de los terrenos colindantes.

El tipo de investigación que se aplicará, es descriptiva, con la finalidad de recoger, organizar, resumir, presentar y analizar los resultados de las observaciones directas realizadas en el sitio de estudio, este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos.

1.7.1.- Técnicas descriptivas

Las técnicas particulares descriptivas que se usaron en la investigación son:

1.7.1.1.- Método de Evaluación General de Riesgos del INSHT.

El método parte de una clasificación de las actividades del trabajo, requiriendo posteriormente toda la información que sea necesaria en cada actividad. Establecidas estas premisas, se procede al análisis de riesgos (identificación de los peligros, estimación del riesgo y finalmente procediendo a valorarlos) para determinar si son o no son tolerables”.²³

Para la identificación de los peligros existentes en la planta de beneficio “La Orquídea”; se elaborarán listas de chequeo para cada una de las áreas donde probablemente se presente una emergencia.

Para cada uno de los peligros identificados se deberá estimar el riesgo, determinando la severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el daño.

²³ Francisco Alonso Valle 2009 Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales páginas 6-9

El nivel de riesgo se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel de Riesgo} = \text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{NR} = \text{P} \times \text{C}$$

Para determinar la probabilidad de que ocurra el daño, se categorizan con el criterio establecido en la Tabla No 1.1

| TABLA No 1.1 PROBABILIDAD | |
|------------------------------------|---|
| Probabilidad de que ocurra el daño | Frecuencia |
| Alta | El daño ocurrirá siempre o casi siempre |
| Media | El daño ocurrirá siempre en algunas ocasiones |
| Baja | El daño ocurrirá raras veces. |

Fuente: José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales

Para determinar las consecuencias del daño, se categorizan con el criterio establecido en la tabla No 1.2

| TABLA No 1.2 CONSECUENCIAS | |
|----------------------------|--|
| Severidad del daño | Consecuencia |
| Ligeramente Dañino | Daños superficiales (cortes y pequeñas magulladuras, irritaciones de ojos por polvo) Molestias e irritación (dolor de cabeza, etc.) |
| Dañino | Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a incapacidad menor. |
| Extremadamente Dañino | Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones faciales. |

Fuente: José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales

El método combina los tres valores de las variables obteniendo cinco niveles de riesgo, establecido en la tabla No 1.3

| TABLA No 1.3 NIVELES DE RIESGO | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA | SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS | | |
| | Ligeramente Dañino (LD) | Dañino (D) | Extremadamente Dañino (ED) |
| Baja | Riesgo Trivial (T) | Riesgo Tolerable (TO) | Riesgo Moderado (MO) |
| Media | Riesgo Tolerable (TO) | Riesgo Moderado (MO) | Riesgo Importante (I) |
| Alta | Riesgo Moderado (MO) | Riesgo Importante (I) | Riesgo Intolerable (IN) |

Fuente: José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales

En la tabla No1.4 se indican las acciones a adoptar para controlar el riesgo.

| TABLA No 1.4 CONTROL DE RIESGOS | |
|---------------------------------|---|
| RIESGO | ACCIÓN |
| TRIVIAL (T) | No se requiere acción específica |
| TOLERABLE (TO) | No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantienen la eficacia de las medidas de control. |
| MODERADO (MO) | Se deben hacer esfuerzos para redimir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer con más precisión la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. |
| IMPORTANTE (I) | No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados |
| INTOLERABLE (IN) | No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados debe prohibirse el trabajo. |

Fuente: José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales

1.7.1.2.- Método de Gretener²⁴

Este método, el más completo de valoración de riesgos industriales, solo es aplicable cuando se han adoptado las medidas de prevención mínimas y no hace incidir factores como vías de evacuación suficientes y peligrosidad para el contorno del riesgo evaluado, que debe ser solucionado de forma prioritaria e inexcusable.

Los fundamentos del método se basan en la determinación del “**riesgo de incendio efectivo**” (**R**), resultado del producto del “**peligro global**” (**B**), por un factor (**A**), o “**peligro de activación**” (0,85 /1.8)

$$R = B \times A \quad \text{siendo} \quad B = P / M$$

El valor de (**P**) representa el “**peligro potencial**”, producto de todos los factores de peligro y (**M**) el producto de todos los factores de protección. Se calculan P y M mediante las expresiones:

$$P = q . c . r . k (1) . i . e . g (2)$$

Donde cada uno de los factores se encuentran tabulados en función de datos técnicos, estadísticas de incendio, experiencias y reglas técnicas de prevención.

$$M = N . S . F$$

²⁴ José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales página 295

Siendo: N= Medidas normales de protección
S= Medidas especiales de protección
F= Medidas de protección estructural

| FACTOR | DENOMINACIÓN DE PELIGROS | SÍMBOLO O ABREVIATURA | ATRIBUCIÓN |
|------------------|--|--------------------------|---|
| q c r k | Carga térmica mobiliaria Combustibilidad Formación de humos peligro de combustión /toxicidad | Qm Fe Fu Co/ Tx | (1) PELIGRO S INHERE NTES AL CONTEN IDO |
| i e g | Carga térmica inmobiliaria Nivel de planta o altura del local Amplitud de los compartimientos contrafuego y su relación largo/ancho | Qi E,H AB I:b | (2) PELIGRO S INHERE NTES A LA EDIFICA CIÓN. |

Fuente: José Cortés 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo -Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales

El método recomienda fijar un valor admisible (**Ru**) o “**riesgo de incendio aceptado**”, partiendo de un “**riesgo normal**” (**Rn = 1,3**) corregido por medio de un factor que tiene en cuenta el mayor o menor peligro para las personas (**PH**)

Ru = Rn . PH (Riesgo de incendio aceptado)

Rn= 1.3 (Riesgo de incendio normal)

Siendo: PH < 1 si el peligro para las personas es elevado.
PH =1 si el peligro para las personas es normal.
PH>1 si el peligro para las personas es bajo.

De la comparación entre el riesgo efectivo de incendio (**R**) y el riesgo aceptado (**R_U**), podemos deducir si la seguridad contra incendios es o no suficiente.

Si $R \leq R_u$ existe seguridad contra incendios suficiente
Si $R \geq R_u$ existe seguridad contra incendios insuficiente

O bien expresado en función de Y (seguridad contra incendios)

$$Y = R_u / R$$

Si $Y < 1$ la edificación o el compartimento contrafuego está insuficientemente protegido contra incendios, y habrá que adoptar sistemas de protección en función de la carga de incendio.

1.7.1.3.- Método Frame²⁵

Este método permita juzgar de manera uniforme diferentes casos, constituye una guía práctica para examinar riesgos y conceptos de protección, y ayuda a comparar soluciones alternativas. “El método “FRAME” calcula el riesgo de incendios en edificios para el patrimonio (continente y contenido), para las personas y para las actividades. Se efectúa una evaluación sistemática de varios factores de influencia para obtener al final una serie de valores que expresan en cifras, lo que en otro caso se presionará en una descripción extensa de aspectos positivos y negativos.

²⁵ Frame 2011 Manual del usuario página 3

1.7.1.4.- Método Índice de Dow de Incendio y Explosión²⁶

Es un método desarrollado inicialmente por la compañía Dow Chemical en los años 60 con la denominación de Dow's Fire & Explosion Index. El método se desarrolla siguiendo una serie de etapas y que se presentan de forma gráfica.

Las etapas son:

- a. Dividir la planta en estudio en unidades de proceso para las que se determina su índice de incendio y explosión, IIE.
- b. Determinar un factor material FM para cada unidad de proceso.
- c. Evaluar los factores de riesgo, considerando las condiciones generales de proceso (reacciones, transporte, accesos, etc.), denominadas F1, y los riesgos específicos del proceso/producto peligroso, denominados F2.
- d. Calcular un factor de riesgo, F3, y un factor de daño, FD, para cada unidad de proceso.
- e. Determinar los índices de incendio y explosión, IIE, y el área de exposición, AE, para cada unidad de proceso seleccionada.

²⁶ Che 258 Seguridad Química de Procesos. Universidad de Missouri - Rolla. DOW Fuego y Explosión F & EI

- f. Calcular el valor de sustitución, VS, del equipo en el área de exposición.
- g. Calcular el daño máximo probable a la propiedad, MPPD (Maximum probable property damage), tanto básico como real, por consideración de los factores de bonificación, FB y FBE.
- h. Determinar los máximos días de interrupción, MPDO (Maximum probable days outage), y los costes por paralización de la actividad, BI (Business interruption), en estos días.

Factor material.- Da una idea de la medida de la intensidad de liberación de energía de una sustancia o preparado. Toma valores entre 1 y 40 y existen valores para más de 300 sustancias usadas habitualmente en la industria. También establece la posibilidad de calcularlo a partir de unas determinadas propiedades físico-químicas de la sustancia.

Factor de Riesgo.- Toma en cuenta las especiales condiciones del proceso que pueden modificar el riesgo de las instalaciones estudiadas. Hay que tener en cuenta tres tipos de factores de riesgo:

- Factores generales del proceso, F1: reacciones exotérmicas, endotérmicas, transferencias de producto, condiciones de ventilación, etc.
- Factores especiales, F2: toxicidad de las sustancias, considerada como complicación adicional, operaciones a presiones inferiores a la atmosférica, bajas temperaturas, corrosiones, etc.
- Factor de riesgo, F3: calculado a partir de los anteriores $F3 = F1 \cdot F2$.

Índice de incendio y explosión, IIE.- Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{IIE} = \text{FM} \times \text{F3}$$

El método determina según este índice el área de exposición, AE, que representaría o daría una idea de la parte afectada por un incendio o explosión generada en la unidad de proceso estudiada.

Paralelamente, se determinarían las sucesivas variables: valor de sustitución (VS), el factor de daño (FD) y el máximo daño probable a la propiedad (MPDD).

Factores de bonificación.- Son aquellos factores que protegen a la instalación mediante medidas de protección, sistemas de emergencia, etc. lo que hace disminuir el máximo daño probable a la propiedad. Los principales factores de bonificación pueden ser:

- i. **Controles de proceso:** sistemas de refrigeración, control de explosiones, paros de emergencia, energía de emergencia, programas de mantenimiento, etc.
- ii. **Aislamiento material:** válvulas de control remoto, frenajes, enclavamientos, depósitos para vertidos de emergencia, cubetos, etc.
- iii. **Protección contra el fuego:** detectores, protección de estructuras, rociadores, cortinas, tanques de doble pared, sistema especial de extinción, etc.

Se calcula el factor de bonificación a partir de estos tres factores anteriores y se obtiene el daño máximo probable real a la propiedad:

$$\text{MPDD (real)} = \text{MPDD} \times \text{FBE}$$

A partir de este resultado, se calcula tanto el número de días de interrupción de la actividad, como el coste asociado a la interrupción industrial.

1.7.1.5.- Método Identificación y Evaluación de Riesgos en una comunidad local

La metodología para la evaluación de las amenazas naturales que puedan presentarse en el ámbito geográfico donde se encuentra implementada la planta de Beneficio La Orquídea fue tomada del “Manual para la Identificación y Evaluación de Riesgos en una localidad, desarrollada por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

La metodología comprende la identificación del peligro, la evaluación y la calificación de los riesgos, por medio de un método básico de “Análisis Aproximado” que consiste en desarrollar lo siguiente:

1.- Mapa de Análisis

Elaboración de un mapa que cubra el área geográfica donde se encuentra la instalación y/o, comunidad a analizarse.

2.- Inventario

Elaboración de un listado de peligros y riesgos, en función al mapa de análisis

3.- Evaluación de Amenazas

Se procede a:

Identificar.-Se procede a identificar el objeto a analizar (instalación), luego se detalla la operación que tiene lugar en la instalación, a continuación se enumeran los peligros y el tipo de riesgo que puede presentarse.

Evaluar.- Se deben enumerar los objetos amenazados, para las variables (Vida, Medio Ambiente y Propiedad)

Clasificar.- Las consecuencias estimadas para las variables (Vida, Medio Ambiente, Propiedad y Velocidad de Propagación) mediante la escala valorada (1 Poco importante, 2 Limitadas, 3 Graves, 4, Muy graves, 5 Catastróficas) desarrolladas por el propio método.

Asignar Rangos.- Lugo se asigna rangos para las variables probabilidad y prioridad, con el fin, decidir donde se van tomar las primeras medidas preventivas y desarrollar el plan de emergencia

Presentación de los resultados del Análisis.- Los resultados del análisis se detallan en una matriz diseñada por el propio método.

1.7.2.- Técnicas de investigación

Para recaudar la información necesaria para la investigación se aplicará las siguientes técnicas:

1.7.2.1.- Investigación Documental

ü **Textos Académicos.**-Serán de utilidad para saber los conceptos básicos, las medidas de prevención y protección, la organización ante las respuestas a emergencias de incendio, explosiones y derrames.

Ü **Manuales Técnicos.-** Se usara manuales para la elaboración de planes de emergencia y evacuación.

Ü **Normas Nacionales e Internacionales.-** Establece las normas y procedimientos técnicos actualizados para la prevención, mitigación y protección contra incendios.

Ü **Revistas Especializadas.-** Proporciona información en materia de prevención de incendios, explosiones, fugas o derrames.

Ü **Páginas Web.-** Brinda nuevas fuentes de información actualizada y accesible.

Ü **Prensa Escrita.-** Proporciona información oportuna de incidentes y accidentes por situaciones de emergencia.

1.7.2.2. Investigación de Campo

Ü **Observación.-** Esta técnica permite visualizar de forma directa y objetiva las necesidades de la empresa en el ámbito de emergencias, como instrumento para obtener información se elaborarán listas de chequeo.

Ü Entrevistas.-Se realizará entrevistas no estructuradas a todo el personal de la empresa (gerencia, técnicos, jefe de planta, supervisores y obreros) con capacidad de suministrar información para el desarrollo de las actividades.

Ü Encuesta.-Consistirá en la elaboración de un cuestionario de preguntas ordenadas respecto a las variables a medir, esta técnica permitirá contener información específica de la percepción de los trabajadores de la empresa en cuanto a la respuesta ante una emergencia.

2.-MARCO DE REFERENCIA LEGAL

A continuación se describe el marco de referencia legal vigente en el país, así como también la normativa internacional que soporta los requerimientos en el ámbito de una emergencia y que han sido consideradas para el desarrollo de la presente tesis.

2.1.- MARCO LEGAL NACIONAL

2.1.1.- Constitución del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, aprobada mediante referéndum del 28 de septiembre del año 2008, y publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del mismo año, establece en el artículo 389 lo siguiente:

Art 389.-El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Art 390.-Los riesgos se gestionaran bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindaran el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.²⁷

2.1.1.1.- Leyes

Ü Codificación de la Ley de defensa contra incendios

Año de Vigencia: 1979

Entidad:

Descripción:

Art.1.- El servicio de Defensa contra Incendios lo hará el Ministerio de Bienestar Social /a través de los, cuerpos de bomberos, de acuerdo con esta Ley y su Reglamento General.

Art.2.- Las atribuciones Corresponden al Ministro de Bienestar Social.

Art.3.- Habrá tres zonas de servicio contra incendios, a saber: la primera zona, con sede en Quito, que comprenderá las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Napo, Pastaza, Sucumbíos y Esmeraldas.

La segunda zona, con sede en Guayaquil que comprenderá las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, El Oro y Galápagos; y, la tercera zona, con sede en Cuenca, que comprenderá las provincias de Azuay, Cañar, Loja, Morona Santiago y Zamora Chinchipe

²⁷ Constitución 2008 Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo Primero Inclusión y Equidad, Sección Novena Gestión de Riesgos página 172-173

Art.4.- Las jefaturas de zona serán ejercidas por los primeros jefes de los cuerpos de bomberos de sus respectivas sedes.

Art.5.- En cada capital de provincia, exceptuadas Quito, Guayaquil y Cuenca, funcionará la jefatura provincial ejercida por el primer jefe del respectivo cuerpo de bomberos.²⁸

2.1.1.2.-Decretos

Ü Decreto Ejecutivo No 1046-A

Año de Vigencia: 2008

Entidad: Función Ejecutiva

Descripción:

Art 1.- Reorganízase la Dirección Nacional de Defensa Civil mediante la figura de una Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos adscrita al Ministerio de Coordinación de Seguridad Interna y Externa con jurisdicción nacional y domicilio en la ciudad de Quito.²⁹

Ü Decreto Ejecutivo No 1670

Año de Vigencia: 2009

Entidad: Función Ejecutiva

Descripción:

Art 1.- Asignar a la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, las competencias atribuciones, funciones, responsabilidades y delegaciones que la ley de defensa contra incendios establece para el Ministerio de Bienestar Social, hoy Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES. Todo esto sin perjuicio de la transferencia de competencias efectuadas a todos los municipios del país que se ratifican.

²⁸ Corporación de Estudios y Publicaciones 2000 (Cod. s/n. Registro Oficial No 815 Suplemento del 19-abril-del 1979 página 15-16

²⁹ DE 1046-A 2008 Registro Oficial No 345 del Suplemento del 26 de mayo del 2008 página 3

Art. 2.- Todos los derechos y obligaciones, constantes en convenios, contratos u otros instrumentos jurídicos, relacionados con el servicio de Defensa Contra Incendios a cargo del Ministerio de Inclusión Económica y Social, MIES, son asumidos por la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgo³⁰

Ü *Decreto Ejecutivo No 42*

Año de Vigencia: 2009

Entidad: Función Ejecutiva

Descripción:

Art1.- La Secretaría técnica de Gestión de Riesgos pasará a denominarse Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y ejercerá sus competencias y funciones de manera independiente, descentralizada y desconcentrada³¹

2.1.1.3.- Reglamentos

Ü *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto Ejecutivo No 2393.*

Año de Vigencia: 1986

Entidad: Ministerio de Trabajo y Empleo

Descripción:

Art.- 1.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.³²

³⁰ DE 1670 2009 Registro Oficial No 578 del Suplemento del 27 de abril del 2009 página 3

³¹ DE 42 2009 Registro Oficial No 31 del Suplemento del 22 de septiembre del 2009 página 3

³² DE 2393 1986 Registro Oficial No 565 del 17 de noviembre de 1986 página 1

Específicamente en el ámbito de la emergencia este reglamento señala en los artículos 135 al 141, las acciones a considerar en la manipulación, almacenamiento y transporte de las sustancias químicas en los sitios de trabajo.

En los apartados 143 al 153, describe las normas generales de prevención de incendios, en el artículo 154 describe la instalación de quipos de detección de incendios, en las enumeraciones 155 al 159 detalla acerca de la instalación de extinción de incendios.

En el capítulo IV, V y VI en los artículos 160 al 161; 162 al 163; 165 respectivamente, puntualiza la evacuación de locales con riesgo de incendios y salidas de emergencia.; especifica aquellos locales con riesgo de explosión y sus medidas de seguridad y establece la señalización de seguridad y normas generales.

Finalmente en los capítulos VII, VIII, XI en sus artículos 167 al 171; 172 al 174 respectivamente, detallan los colores de seguridad, señales de seguridad, rótulos y etiquetas de seguridad.

Ü Reglamento de seguridad minera Decreto Ejecutivo 3934

Año de Vigencia: 1996

Entidad: Ministerio de Energía y Minas

Descripción:

Las disposiciones de este reglamento son aplicables en el ámbito señalado en el artículo 1 de la ley de minería 126 (publicado en el Registro Oficial No 695, Suplemento de 31 de mayo del 1991) y particularmente en las fases de exploración, explotación, beneficio, fundición y refinación.; tiene por objeto establecer normas para la

aplicación de la ley, a fin de proteger la vida y salud del recurso humano minero.³³

Ü Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador Decreto Ejecutivo

En el año 2010, se elabora el proyecto al reglamento de seguridad minera del Ecuador, con la coparticipación entre los ministerios de Relaciones Laborales y Recursos Naturales no Renovables, con la finalidad de dar cumplimiento al artículo 68 de la ley de minería (publicado en el Registro Oficial No 517 Suplemento del 29 de Enero del 2009), apartado que indica lo siguiente:

Art 68.- Los titulares de derechos mineros tienen la obligación de preservar la salud mental y física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, dotándoles de servicios de salud y atención permanente, además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la Agencia de Regulación y Control Minero y del Ministerio de trabajo y Empleo.

Los concesionarios mineros están obligados a tener aprobado y en vigencia un reglamento Interno de Salud Ocupacional y Seguridad Minera, sujetándose a las disposiciones al Reglamento de Seguridad Minera y demás Reglamentos pertinentes que para el efecto dictaren las instituciones correspondientes.³⁴

Año de Vigencia: (Aun no se encuentra en vigencia)

Entidad: Ministerio de Relaciones Laborales Ministerio de Recursos Naturales no Renovables

³³ MEM 1997 Reglamento de Seguridad Minera Registro Oficial No 999 Suplemento del 30 de Julio de 1996 página 1

³⁴ Asamblea Nacional 2009 Ley de Minería Registro Oficial No 217 Suplemento del 29 de Enero del 2009 página 14

Descripción:

Las disposiciones de este Reglamento son aplicables en el ámbito señalado en la Ley de Minería y particularmente en las fases de prospección, exploración (inicial y avanzada), explotación, beneficio, fundición, refinación y cierre de mina. Igualmente aplicables para titulares mineros, concesionarios de materiales de construcción y otros empleadores que coparticipen en la actividad minera.³⁵

En el ámbito de accidentes mayores, el proyecto de ley cita en su artículo 159 De la prevención de incendios, los ítems siguientes:

1.- El titular minero deberá realizar el estudio de carga de combustible para identificar las áreas en las instalaciones industriales mineras y campamento, con estos resultados elaborará el mapa de carga de combustible en función del nivel de riesgo de carga combustible expresado en (Kg. Madera/ m²).

2.- El titular minero deberá disponer en función del nivel de riesgos de la carga combustible en los sitios donde existan riesgos de fuegos o incendios, se colocará extintores considerando el tipo de fuego, y su ubicación estará claramente indicada en los planos correspondientes de las instalaciones industriales mineras y campamento.

3.- Desarrollar e implantar un programa de entrenamiento y capacitación para su personal en técnicas de prevención y control de incendios.

4.- El minero deberá adoptar las medidas preventivas necesarias para reducir y controlar al máximo, la posibilidad de aparición de fuegos o incendios dando prioridad a las áreas identificadas en el estudio de carga combustible de riesgo alto.

³⁵ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 13

9.- El titular minero deberá realizar inspecciones documentadas periódicamente de las instalaciones mineras a fin de controlar o al menos minimizar las posibilidades de fuego o incendio.

10.- Contar con salidas de emergencia libres de obstáculos, debidamente señalizados en el campamento e instalaciones industriales mineras.

11.- Se prohíbe al personal hacer fuego, fumar dentro de las instalaciones clasificadas como de alto riesgo de incendio las cuales deberán estar debidamente señalizadas indicando esta prohibición.³⁶

En el Art 160 De la prevención de explosiones enuncia lo siguiente:

1.- El titular minero deberá realizar la identificación de las áreas en que se generen gases, y deberá determinar la medición con el explosímetro de los gases (CO, H₂S y O₂) y nivel de explosividad antes de realizar un trabajo en caliente.

2.- El titular minero deberá autorizar realizar el trabajo en caliente o en frío cuando el nivel de explosividad (LEL), deberá marcar cero (0) % para lo cual se realizará una ventilación mecánica permanente.³⁷

En el Art 161 De la prevención de derrames de sustancias químicas expone lo siguiente:

1.- El titular minero deberá realizar la identificación los sitios por donde transita el personal por donde se manipula sustancias químicas como pasillos, escaleras, puertas, corredores etc., mantendrán un buen orden y limpieza.

³⁶ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 115

³⁷ Ferlat 2010 Proyecto reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 116

2.- Los recipientes de almacenamiento de combustible deberán estar en buenas condiciones y disponer de un cubeto impermeabilizado con su respectiva trampa de grasas.

3.- El personal que maneje los combustibles deberá estar capacitado para el abastecimiento manual a equipos y vehículos.

4.- Todo vehículo y maquinaria deberá ser revisado que no contengan liqueos de aceite o combustible diariamente antes de ser encendido.

5.- El titular minero deberá aplicar las medidas de prevención para disminuir o controlar los riesgos de los derrames donde se almacena y manipula sustancias químicas en las instalaciones mineras, para ello evitará:

a) Vuelco de un recipiente, asegurar y cerrar los recipientes tras su utilización.

b) Caída de un recipiente, mantener los recipientes grandes al nivel lo más bajo posible, no almacenar reactivos corrosivos a alturas por encima de los ojos, no almacenar productos químicos en lugares no adecuados.

c) Rotura de un recipiente o equipo, inspeccionar de forma regular la integridad de los recipientes, proteger las partes frágiles de los equipos, no almacenar objetos pesados sobre recipientes o equipos con productos químicos.

d) Reacción descontrolada, almacenar los reactivos en función de su compatibilidad. Diseñar las instalaciones con controles para detener la reacción de forma rápida. Preparar un procedimiento para desconectar la instalación sin peligro.

e) Derrames durante trasvase de líquidos, emplear recipientes de tamaño adecuado a la cantidad a trasvasar, emplear un recipiente secundario de contención (bandeja), empleará bombas para el transvase de grandes cantidades.

6.- Se dispondrá de polvo absorbente, paños absorbentes, aserrín para controlar derrames pequeños que se presentan en el transvase.³⁸

En cuanto a la organización de respuesta a emergencias, el reglamento cita en el artículo 162 Del plan de emergencia los siguientes ítems:

1.- El titular minero para elaborar el plan de emergencia deberá seguir el Formato para la elaboración del plan de emergencias del cuerpo de Bomberos de Quito de acuerdo a la resolución administrativa (No 36 - CG - CBDMQ – 2009).

3.- Identificación de los factores de riesgos propios de las instalaciones del titular minero (accidentes mayores, incendio, explosiones, derrames y desastres naturales).

4.- El titular minero deberá evaluar los factores de riesgos detectados.

5.- El titular minero implementará la prevención y control del riesgo.

6.- El titular minero deberá disponer de un procedimiento de mantenimiento de los materiales y equipos destinados para emergencias.³⁹

Art. 1 Del protocolo de alarmas y comunicación de emergencias cita lo siguiente:

³⁸ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 117

³⁹ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 118

1.- El titular minero deberá disponer de un protocolo de alarma y comunicación para alertar la emergencia considerando los siguientes puntos:

2.- Detección de la emergencia, deberá describir el tipo de alarma de emergencia si es automática o humana.

3.- Forma para aplicar la alarma, deberá detallarse el procedimiento por escrito, quien informa, que ocurre, donde ocurre.

4.- Deberá establecer los grados de emergencia:

Grado I.- Emergencia inicial o conato.

Grado II.- Emergencia sectorial o parcial.

Grado III.- Emergencia General.

5.- Establecerá otros medios de comunicación que se encuentre para emergencias (teléfonos, transmisores, alto parlante y otros).

6.- El sistema de alarma será de fácil entendimiento para todo el personal especialmente cuando se tenga codificado el tipo de alarma.⁴⁰

Art. 2 Del protocolo de intervención de emergencias:

1.- El titular minero deberá estructurar el organigrama adaptado a su tamaño, del equipo humano de emergencias, con sus respectivas funciones y responsabilidades (antes, durante y después).

⁴⁰ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 119

2.- El titular minero deberá considerar la coordinación interinstitucional (Bomberos, Cruz Roja, Emergencia 911, Defensa Civil y policía, Agencia de Regulación y Control Minero).

3.- Deberá describir la forma de actuar ante la emergencia respectivamente (Accidentes mayores, incendio, explosiones, derrames y desastres naturales).

4.- Deberá considerar para el protocolo de intervención de emergencias, casos especiales como turnos en la noche, festivos, vacaciones, otras fechas, etc.⁴¹

Art. 3 Del plan de rescate.

1.- El titular minero deberá establecerse un procedimiento por escrito de rescate en instalaciones en superficie y subterránea que comprenda y contemple el tipo de emergencia (accidentes mayores: incendio, explosiones, derrames, además de desastres naturales), los medios propios y/o ayuda externa en función del grado de emergencia.

2.- De conformidad con los requerimientos técnicos de la Agencia de Regulación y Control Minero, se realizará actualizaciones periódicas de los planos de avance de labores subterráneas. Los planos actualizados facilitarán labores de rescate de ser el caso.

3.- La brigada de rescate estará capacitada y entrenada, considerado el rescate de posibles víctimas a la brevedad posible, procurando que en el intento de rescate se evite que ocurran nuevas víctimas.

⁴¹ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 119

4.- El brigadista deberá considerar para el ingreso a un rescate en general, disponer de equipos de seguridad redundante (primario y secundario) para minimizar el riesgo de de posibles accidentes.

5.- El titular minero deberá, proporcionar los recursos económicos, recursos humanos y materiales necesarios para afrontar los diferentes tipos de emergencias.

6.- El titular minero deberá disponer del recurso humano para la conformación de las diferentes brigadas, para la conformación de las brigadas se considerará como mínimo (2) trabajadores por cada diez (10).⁴²

Art. 4 Del plan de evacuación médica.

1.- La evacuación médica, deberá estar planificada y organizada en función de los niveles de evacuación (total, parcial, in situ), para poder tomar la decisión inmediatamente de forma ordenada y oportuna.

2.- El titular minero deberá mantener un convenio vigente con centros de asistencia médica calificados por el Ministerio de Salud Pública, para la atención de accidentados y enfermos y definir qué tipo de emergencia se puede tratar en el mismo.⁴³

Art. 5 Del acceso de vías y salidas de emergencia.

⁴² Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 120

⁴³ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 120

1.- El titular minero deberá considerar y definir en el diseño constructivo los accesos de las vías y salidas de emergencias de acuerdo a sus instalaciones en superficie y subterráneas, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- a) Elegir el recorrido más corto hasta el exterior.
- b) Evitar, en la medida de lo posible, pasar por o cerca de las zonas con mayor riesgo de incendio, deslizamientos etc.

2.- Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en el exterior o en una zona de seguridad definida en cada proyecto minero.

3.- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de evacuación dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de los lugares de trabajo, así como del número máximo de personal que puedan estar presentes en los mismos.

4.- Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de urgencia pueda abrirlas fácil e inmediatamente. Estarán prohibidas las puertas específicamente de emergencia que sean correderas o giratorias.

5.- Las vías y salidas de evacuación, así como las vías de circulación que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto de manera que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. Las puertas de emergencia no deberán cerrarse con llave.

6.- En caso de avería de la iluminación, las vías y salidas de evacuación que requieran lámparas de emergencia y deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.⁴⁴

⁴⁴ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento Seguridad Minera del Ecuador página 121

Art. 6 Del plan de contingencia.

1.- El titular minero, una vez concluido la emergencia, deberá disponer del plan de contingencias considerando los siguientes puntos:

a) Investigación de la causa raíz del accidente de acuerdo al Título Noveno, Capítulo II Investigación de accidentes del presente Reglamento de Seguridad Minera.

b) Manejo de los desechos generados después de la emergencia, se actuará de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo Ambiental del titular minero, aprobado por el Ministerio del Ambiente.

c) Reposición de extintores, accesorios de primeros auxilios, medicamentos, etc., de las cantidades utilizadas en la actuación de la emergencia.

2.- El titular minero deberá realizar el seguimiento respectivo del personal evacuado a los centros de asistencia médica hasta su reintegración de sus actividades.

3.- El titular minero deberá presentar a la Agencia Regional de Regulación y Control Minero, en los primeros diez (10) días el informe de la evaluación económica de la emergencia presentada.⁴⁵

Art. 7 De la difusión del plan de emergencias.

1.- El titular minero para la implementación del plan de emergencias y contingencias deberá utilizar los siguientes criterios:

⁴⁵ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 122

- a) Señalización de evacuación, prohibición, obligación, advertencia e información en las instalaciones industriales mineras superficiales, subterráneas y campamento.
- b) Implementación de carteles informativos resumidos de las medidas de actuación en caso de emergencias, mapa de evacuación.
- c) Disponer en el plan anual de capacitación, definido para la implementación del plan de emergencia.
- d) Programar como mínimo dos (2) simulacros al año.

2.- El plan de emergencias deberá constar la firma y sello del titular minero como representante legal y del responsable de prevención de riesgos quien elaboró el plan de emergencias.⁴⁶

Ü Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo
Resolución 957

Año de Vigencia: 2005

Entidad: Secretaría General de la Comunidad Andina

Descripción:

Según lo dispuesto en el Art 9 de la Decisión 584, los países miembros desarrollaran los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Gestión Administrativa
- b) Gestión Técnica
- c) Gestión del Talento Humano
- d) Procesos Operativos Básicos
 - 4) Planes de Emergencia
 - 5) Planes de Prevención y control de accidentes mayores
 - 6) Control de incendios y explosiones⁴⁷

⁴⁶ Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador página 122

⁴⁷ Resolución 957 2005 página 1

Ü Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN: 006 Extintores portátiles para la protección contra incendios Acuerdo Ministerial No 05019

Año de Vigencia: 2009

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización- Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Este reglamento técnico, establece los requisitos que deben cumplir y las condiciones en que deben usarse los extintores portátiles para la protección contra incendios con el objetivo legítimo de garantizar la seguridad de las personas, de los edificios ocupados por ellas y de los bienes protegidos por dichos edificios.⁴⁸

Ü Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios Acuerdo Ministerial No 1257

“El reglamento materia del presente acuerdo ministerial, sustituye al Reglamento de Prevención de Incendios que fuere expedido mediante acuerdo Ministerial No 0650 de 8 de diciembre del 2006”⁴⁹

Año de Vigencia: 2009

Entidad: Ministerio de Inclusión Económica y Social MIES

Descripción:

Art 1 Las disposiciones del Reglamento de Prevención, Mitigación y protección Contra Incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, ampliación, remediación de las ya existentes.

⁴⁸ RTE INEN 006 2009 Extintores portátiles para la protección contra incendios Registro Oficial No 615 Suplemento del 18 de junio del 2009 página 2

⁴⁹ MIES 2009 Reglamento de Prevención, mitigación y Protección Contra Incendios Registro Oficial No 114 del 02 de abril del 2009 página 3

Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del Cuerpo de Bomberos de su jurisdicción en base a la Constitución Política del Estado, Normas INEN, Código Nacional de la Construcción, Código Eléctrico Ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro país.⁵⁰

ü Reglamento para el Sistema de Auditorias del Riesgo del Trabajo resolución No CD 333

Año de Vigencia: 2010

Entidad: Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social

Descripción:

Normar los procesos de auditorias técnicas de cumplimiento de normas de prevención de riesgos del trabajo. En el artículo 8; procedimientos de la auditoría de riesgos del trabajo, ítem 2 inciso 2.3 documentos requeridos para el análisis literal d14 señala, el plan de emergencia en respuesta a factores de riesgo ocupacional, tecnológico, natural, medio ambiente y social de accidentes graves (incendios, explosiones, derrames, nubes tóxicas, terremotos, erupciones, inundaciones, deslaves, violencia social, entre otros).⁵¹

2.1.1.4.- Normas

ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 439 Acuerdo Ministerial No 602

Año de Vigencia: 1984

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización

Descripción:

⁵⁰ MIES 2009 Reglamento de Prevención, mitigación y Protección Contra Incendios Registro Oficial No 114 del Suplemento del 02 de abril del 2009 página 4

⁵¹ Resolución No CD 333 2010 Registro Oficial No 319 del Suplemento del 12 de noviembre del 2010 página 2

Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.⁵²

Esta norma se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de quipos de emergencia o de protección.

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 440 Colores de identificación de tuberías Acuerdo Ministerial No 486

Año de Vigencia: 1984

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización - Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma define los colores, su significado y aplicación, que deben usarse para identificar tuberías que transportan fluidos, en instalaciones en tierra y a bordo de barcos, esta norma se aplica según la importancia de las tuberías que se marcará y a la naturaleza del fluido.⁵³

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 441 Identificación de cilindros que contienen gases industriales Acuerdo Ministerial No 485

Año de Vigencia: 1984

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma establece un sistema de marcado para los cilindros que contienen gases industriales, en estado líquido y gaseoso, a fin de identificar su contenido, esta norma se aplica a los cilindros que contienen gases empleados en la industria (para fines médicos, domésticos, agentes extintores de fuego).⁵⁴

⁵² NTE INEN 439 1984 Registro Oficial No 81 del Suplemento del 07 de diciembre de 1984 página 1

⁵³ NTE INEN 440 1984 Registro Oficial No 92 del Suplemento del 24 de diciembre del 1984 página 1

⁵⁴ NTE INEN 441 1984 Registro Oficial No 92 del Suplemento del 24 de diciembre de 1984 página 1

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 812 Identificación de cilindros y otros recipientes que contienen agentes extintores de fuego. Acuerdo Ministerial No 444

Año de Vigencia: 1986

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma establece el sistema de marcado para identificación de los cilindros y recipientes que contienen agentes extintores de fuego, se aplica en especial a extintores portátiles, pero puede utilizarse también para identificar otro tipo de recipiente que contenga agentes para extinción de fuego⁵⁵

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 802 Extintores portátiles. Selección y Distribución en edificaciones Acuerdo Ministerial No 337

Año de Vigencia: 1987

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma, establece la forma de seleccionar y distribuir extintores portátiles en áreas que deben protegerse contra incendio, se aplica a todo tipo de extintor portátil a instalarse en edificios o áreas cubiertas.⁵⁶

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 739 Extintores portátiles. Inspección, Mantenimiento y Recarga Acuerdo Ministerial No 426

Año de Vigencia: 1987

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma establece los procedimientos para inspección, mantenimiento y recarga de extintores portátiles de todo tipo.⁵⁷

⁵⁵ NTE INEN 812 1984 Registro Oficial No 528 del Suplemento del 23 de septiembre de 1986 página 1

⁵⁶ NTE INEN 802 1987 Registro Oficial No 725 del Suplemento del 09 de julio de 1987 página 1

⁵⁷ NTE INEN 739 1987 Registro Oficial No 728 del Suplemento del 14 de julio de 1987 página 1

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 2266 Transporte, Almacenamiento y Manejo de productos químicos Resolución No 094

Año de Vigencia: 2010

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir para el transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos., esta norma se aplica a las actividades de producción, comercialización, transporte, almacenamiento y manejo.⁵⁸

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 2288 Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución. Requisitos. Acuerdo Ministerial No 2000383

Año de Vigencia: 2000

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

Esta norma se aplica a la preparación de etiquetas de precaución de productos químicos peligrosos, como se definen en ella, usados bajo condiciones ocupacionales de la industria. Recomendamos solamente el lenguaje de advertencia, más no cuando o donde deben ser adheridas a un recipiente.⁵⁹

Ü Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN: 1534 Prevención de Incendios. Almacenaje de Cilindros y Recipientes Portátiles de Gas licuado de Petróleo (GLP). Requisitos Acuerdo Ministerial No 01-293 E

Año de Vigencia: 2001

Entidad: Instituto Ecuatoriano de Normalización – Oficializada como Obligatoria

Descripción:

⁵⁸ NTE INEN 2266 2010 Registro Oficial No 107 del Suplemento del 13 de enero del 2010 página 1

⁵⁹ NTE INEN 2288 2000 Registro Oficial No 117 del Suplemento del 11 de julio del 2000 página 1

Esta norma establece los requisitos para almacenamiento y manipulación que deben cumplir los depósitos de mayoristas y centros de acopio de cilindros y/u otros recipientes portátiles para gas licuado de petróleo GLP, considerando la seguridad y prevención contra riesgos de incendio y explosión⁶⁰

2.1.1.5.- Resoluciones

ü Formato para la elaboración de Planes de Emergencia - Resolución Administrativa No 036-CG-CBDMQ-2009

Año de Vigencia: 2009

Entidad: Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito

Descripción:

Detalla el contenido mínimo que se debe considerar para la elaboración de planes de emergencia y ser aplicado en el DMQ, en beneficio de los ciudadanos que tienen que presentar este instrumento como requisito para la obtención del permiso de funcionamiento de sus establecimientos.⁶¹

2.2.- MARCO LEGAL INTERNACIONAL

2.2.1.- Normas NFPA

ü NFPA 10 Norma para extintores portátiles contra incendios

Año de Edición: 2006

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

⁶⁰ NTE INEN 1534 2001 Registro Oficial No 450 del Suplemento del 09 de noviembre del 2011 página 1

⁶¹ Resolución Administrativa No 036-CG-CBDMQ-2009

Las disposiciones de esta norma se dirigen a la selección, instalación, inspección mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátiles, esta norma esta preparada para el uso y orientación de las personas encargadas de la selección, compra, instalación, aprobación, registro, diseño y mantenimiento de estos equipos.⁶²

Ü NFPA 72 Código Nacional de alarmas de incendio

Año de Edición: 1996

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

Abarca la aplicación, instalación, ubicación, desempeño, inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de alarma de incendio, equipos de advertencia de incendio y equipos de advertencia de emergencias y sus componentes. El propósito de este código es el de definir los medios para activar señales transmitir las, notificarlas y anunciarlas, los niveles de desempeño y la confiabilidad de diversos tipos de sistemas de alarma de incendio.⁶³

Ü NFPA 704 Sistema de Normas de identificación de riesgos de incendio de materiales.

Año de Edición: 2001

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

Esta Norma está dedicada a los peligros para la salud, inflamabilidad, inestabilidad y peligros relacionados que se presentan por la exposición intensa, a corto plazo a un material bajo condiciones de incendio, derrame o emergencia similar, proporcionará un sistema sencillo, fácilmente reconocible y comprensible de identificación para dar una idea general de los peligros de un material y la gravedad de estos peligros en relación con la respuesta a emergencias.⁶⁴

Ü NFPA 1001 Estándar para las competencias profesionales del bombero.

⁶² NFPA 10 2006 Extintores portátiles contra incendio página 1

⁶³ NFPA 72 1996 Código Nacional de alarmas de incendio página 11

⁶⁴ NFPA 704 2001 Sistema de Normas de identificación de riesgos de incendio de materiales página 1

Año de Edición: 1992

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

Esta norma identifica los requerimientos de desempeño necesarios para realizar los deberes de un bombero. Específicamente, identifica los requerimientos mínimos para los candidatos a bombero y los dos niveles siguientes de desempeño.⁶⁵

ü NFPA 1600 Manejo de Desastres/ Emergencias y Programas para la continuidad de los negocios.

Año de Edición: 2000

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

Esta norma establece un conjunto común de criterios, para el manejo de desastres, manejo de emergencias y programas para la continuidad del negocio, proporciona el criterio para evaluar los programas actuales o desarrollar, implementar y mantener un programa para mitigar, prepararse, responder y recuperarse de desastres y emergencias.⁶⁶

ü NFPA 101 Código de Seguridad Humana

Año de Edición: 2000

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

El código de seguridad humana, está dirigido a aquellos aspectos de la construcción, la protección y las operaciones necesarias para minimizar el peligro para la vida humana en los incendios, incluyendo humo, emanaciones y situaciones de pánico. Identifica los criterios mínimos para el diseño de los medios de egreso para permitir el rápido escape de los ocupantes de los edificios, o cuando sea deseable, hacia áreas seguras dentro de los edificios.

⁶⁵ NFPA 1001 1992 Estándar para las competencias profesionales de bomberos página 1

⁶⁶ NFPA 1600 2000 Manejo de Desastres / emergencias y programas para la continuidad de los negocios página 5

El código también está dirigido a aspectos y sistemas de protección, servicios de los edificios, aspectos operativos, actividades de mantenimiento y otros requisitos en reconocimiento del hecho de que alcanzar un grado aceptable de seguridad humana depende de los medios de protección adicionales para prever tiempos de egreso adecuados o protección para las personas expuestas a un incendio.⁶⁷

Ü NFPA 600 Normas sobre brigadas privadas contra incendio

Año de Edición: 1996

Entidad: National Fire Protection Association (NFPA)

Descripción:

Esta norma contiene los requisitos mínimos para la organización, operación, entrenamiento y quitamiento de brigadas industriales de incendio. También contiene los requisitos mínimos para la salud y seguridad ocupacional de los miembros de la brigada industrial de incendios mientras desempeñan el combate de incendios y actividades relacionadas.

Esta norma es aplicable a cualquier grupo organizado de empleados de la industria privada que tenga deberes de combate de incendios, tales como brigadas de emergencia, grupos de respuesta a emergencias, brigadas de bomberos, y organizaciones de emergencia de planta.⁶⁸

2.2.2.- Normas NTP

Ü NTP 436 Calculo estimativo de vías y tiempos de evacuación

Año de Edición:

Entidad: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo INSHT

Descripción:

La presente nota técnica pretende exponer los parámetros a considerar para conseguir con éxito una evacuación. Para ello se ha considerado la

⁶⁷ NFPA 101 2000 Código de Seguridad humana página 23

⁶⁸ NFPA 600 1996 Normas sobre brigadas privadas contra incendios página 2

Norma Básica de la Edificación CPI/96 y otras informaciones diversas de tipo práctico.⁶⁹

2.2.3.- Normas IRAM

ü IRAM 3797 Identificación y rotulación de productos peligrosos

Año de Edición: 1995

Entidad: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Descripción:

La presente norma hace que los productos peligrosos puedan ser fácilmente reconocidos, a distancia, por las características del rótulo, proporciona una viable identificación de la naturaleza de los riesgos que se puede presentar durante la manipulación y almacenamiento de las mercaderías por medio del color de los rótulos. Indica que como regla general, no se deben almacenar juntos productos con rótulos cuyo color de fondo sea diferente y, en ciertos casos, aunque sean del mismo color, si los símbolos son diferentes. Los productos peligrosos se clasifican en 9 clases, para las cuales se aplicarán, en los embalajes símbolos.

Los rótulos tienen la forma de un cuadrado, dispuesto de manera que sus lados formen un ángulo de 45° con la horizontal, llevan un recuadro de líneas negras paralelas a los bordes.

Este cuadrado esta dividido en dos partes iguales, en la parte superior se coloca el símbolo, que ocupa la mayor superficie posible y en la inferior el texto correspondiente, en idioma del país de destino u origen. Cuando un producto pueda presentar más de un riesgo importante el embalaje lleva los símbolos correspondientes a cada uno de los riesgos.⁷⁰

ü IRAM 3546 Certificación de empresas de mantenimiento de instalaciones fijas contra incendios

Año de Edición: 2009

Entidad: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

⁶⁹ NTP 436 Calculo estimado de vías y tiempos de evacuación página 1

⁷⁰ IRAM 3797 1995 Identificación y rotulación de productos peligrosos página 1

Descripción:

Esta norma suministra un procedimiento para la certificación de las empresas que realizan el servicio de inspecciones periódicas, pruebas y mantenimiento de las instalaciones fijas contra incendios. Las instalaciones fijas contra incendios a las que esta norma resulta aplicable son todas aquellas para detectar un foco de incendio en sus primeras etapas de desarrollo o que cumplen una acción tendiente a reducir, controlar o mitigar los efectos del fuego, descargar un agente extintor en forma manual o automática, a través de redes de cañerías, estratégicamente distribuidas, y permiten alertar de la emergencia a los ocupantes del edificio.⁷¹

Ü IRAM 3517 Extintores - Matafuegos Parte 1: Elección instalación y Uso

Año de Edición: 1985

Entidad: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Descripción:

El contenido de esta norma, está referido a la elección, instalación y uso de matafuegos manuales y sobre ruedas. Los requisitos incluidos en la norma son mínimos. Los matafuegos son concebidos como una primera línea de defensa para hacer frente a fuegos de pequeña magnitud y son necesarios aunque el área de riesgo esté equipada con cualquier tipo de instalación fija contra incendio.⁷²

Ü IRAM 3517- 2* Extintores – (Matafuegos) manuales y sobre ruedas Parte 2: Dotación, control, mantenimiento y recarga

Año de Edición: 2005

Entidad: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Descripción:

Esta norma establece las condiciones que se deben cumplir en lo relativo a la dotación, el control, el mantenimiento y la recarga de extintores, sirve como referencia y guía sobre el tema para los propietarios y ocupantes de edificios, autoridades de aplicación, organismos de control y empresas dedicadas al mantenimiento de extintores.⁷³

⁷¹IRAM 3546 2009 Certificación de empresas de mantenimiento de instalaciones fijas contra incendios página

⁷²IRAM 3517 1985 Extintores / matafuegos parte 1 Elección instalación y uso página

⁷³IRAM3517-2 2005 Extintores / matafuegos manuales y sobre ruedas partes 2 dotación, control, mantenimiento y recarga página

Ü IRAM 3957 Señalización de Emergencia

Año de Edición: 2011

Entidad: Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Descripción:

Esta norma define la aplicación de las señalizaciones y los balizamientos por realizar con productos de larga fotoluminiscencia en las vías de escape, salidas de emergencia, intersecciones y locales de riesgos específicos así como las instalaciones de emergencia y de protección contra incendio.⁷⁴

⁷⁴ IRAM 3957 2011 Señalización de emergencia página

.3.-DIAGNOSTICO SITUACIONAL DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE MINERALES LA ORQUIDEA

3.1.-DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ENTORNO

3.1.1.- Información General

Se detalla a continuación la información general de la planta de beneficio La Orquídea de la empresa Amlatminas S.A., descrita en la tabla No 3.1.

Tabla No 3.1 Información General – Planta de Beneficio La Orquídea

| | | | |
|--|--|------------------|-----------------|
| Razón Social | Amlatminas S.A. | | |
| Ubicación Geográfica | Provincia | El Oro | |
| | Cantón | Piñas | |
| | Parroquia | Piñas | |
| | Sector | Buza | |
| Delimitación Geográfica de la Planta de Beneficio la Orquídea | Punto | Coordenada Norte | Coordenada Este |
| | 1 | 9596212 | 650301 |
| | 2 | 9596352 | 650563 |
| | 3 | 9596044 | 650328 |
| | 4 | 9595756 | 650417 |
| | 5 | 9595697 | 650488 |
| | 6 | 9595817 | 650832 |
| Dirección | Km. 6 ½ de la Vía el Pache puente Buza | | |
| No de teléfono móvil | 0997286852 | | |
| Representante Legal | Ing. Edgar Torres | | |
| Actividad Empresarial | Beneficio de minerales metálicos | | |
| Área Total del Predio | 21 hectáreas /210.000 m ² | | |
| Área de construcción | 1545.37 m ² | | |
| Población Laboral | 55 Trabajadores | | |

| | |
|-------------------------------------|--|
| No de Trabajadores Propios | Hombres Total: 55 Mujeres Total: 0 Discapacitados: 4 |
| No Clientes por mes | 6 Clientes |
| No de Visitantes promedio | 1 a 2 veces al año |
| Régimen de trabajo operativo | 24 horas/día - 5 turnos de 8 horas c/u (7:00-15:00; 15:00-23:00; 23:00-7:00 7:00-19:00, 19:00-7:00) |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

3.1.2.- Accesos y entorno

3.1.2.1.- Accesos

Partiendo desde la ciudad de Piñas con destino a la ciudad de Portovelo, a 150 metros antes del puente de la localidad El Pache, se sigue por una vía de tercer orden en dirección NE hacia la población de Buza, en un recorrido aproximado de 6 Km. ½ se encuentra las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea.

Las instalaciones de la planta de beneficio disponen de un acceso principal para vehículos propios de la empresa y proveedores, conformada por una puerta metálica rodante, custodiada por un guardia, en este acceso se encuentra también el ingreso peatonal.

Existe un segundo acceso en dirección (SW) de las instalaciones, usada para el ingreso únicamente de los volquetes que traen material mineral para su tratamiento, esta entrada conduce a tres plataformas de descarga ubicadas en las inmediaciones a las instalaciones industriales, carece de portón y se limita el paso con una cadena.

3.1.2.2.- Entorno

La planta de beneficio La Orquídea se encuentra ubicada en un predio aproximado de 21 hectáreas (210.000 m²), en las antiguas instalaciones de la Sociedad Minera Pacchapamba, a orillas del río Calera, en el lugar se pueden observar algunas plantas de beneficio de minerales, la más destacada la planta de SODIREC, la cual procesa el mineral del proyecto minero BIRA.

Los colindantes a la planta de beneficio La Orquídea son:

| | |
|---------------|--|
| Norte: | Terrenos baldíos |
| Sur: | Terrenos baldíos |
| Este: | Vía de tercer orden Planta de beneficio BUELE Río Calera |
| Oeste: | Terrenos baldíos |

Los terrenos baldíos se encuentran dominados por vegetación arbustiva., las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea cuentan con un cerramiento de alambre de púas y un muro de ladrillo en el frente de la propiedad.

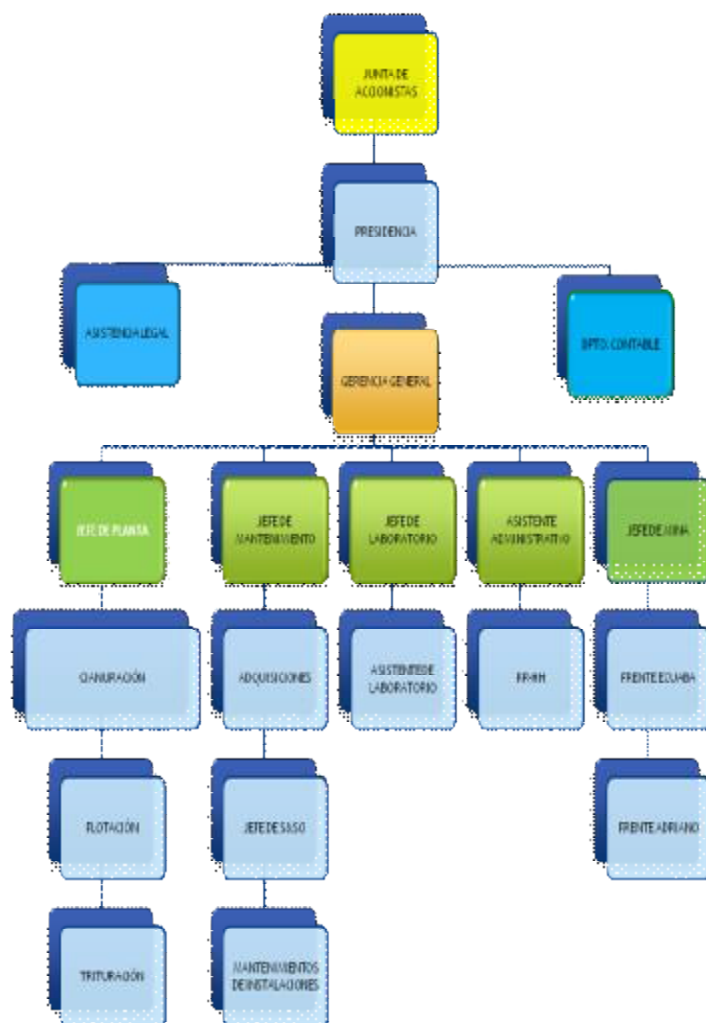
3.1.3 Principal Actividad

La planta de beneficio La Orquídea; se dedica al beneficio de minerales metálicos a través de procesos físicos químicos y metalúrgicos, para lo cual dispone de una infraestructura, diseñada para una capacidad de procesamiento de 225 t/día de mineral

metálico procedente de la mina propia de la empresa y también brinda el servicio metalúrgico de minerales a clientes de la zona.

3.1.4 Organigrama de la empresa

Se detalla a continuación el organigrama estructural de la planta de beneficio La Orquídea de la empresa Amlatminas S.A.



Fuente: Auditoria Ambiental Planta de Beneficio La Orquídea 2010

3.1.5 Característica constructiva de la planta

Las instalaciones industriales de la planta de beneficio La Orquídea, tiene una superficie total de construcción de 1.545,37 m², distribuida de la siguiente manera:

El área operativa se encuentran implantadas en tres niveles, debido a las características propias del terreno, formando plataformas descendentes, se caracteriza por ser una construcción mixta conformada por piso de hormigón armado, canaletas perimetrales y estructura metálica de altura aproximada de 10 metros, que sostiene el techo conformado de láminas de zinc, cubriendo en su totalidad el área, encontrándose carente de paredes, con una superficie total de construcción de 1.022 m².



Fotografía No 1 Vista de la Planta de Beneficio de minerales metálicos

Junto al área operativa en dirección SE, se encuentra establecida una estructura a nivel sobre rasante de piso de hormigón armado, paredes de bloque y losa, conformada por una superficie total de construcción de 196,87m², donde se encuentra la habitación de refinación de mineral, bodega de ácidos, laboratorio de adsorción, oficina técnica-administrativa, bodega de carbón activado y laboratorio de muestras.

Frente al área operativa se encuentra implantada una estructura mixta, conformada por piso de hormigón, paredes y losa de bloque, en el segundo piso la estructura metálica que soporta el techo de zinc, tiene una superficie total construida de 127,50m²; donde se encuentra la bodega general ocupando la planta baja, sobre esta se encuentra el área de cocina-comedor.



Fotografía No 2 Vista del área de bodega / comedor cocina

Junto a bodega general se encuentra implantada el taller y baterías sanitarias, tiene una superficie total de construcción de 127,50m² conformado en una planta, su característica constructiva de piso de hormigón, paredes de bloque y techo de estructura metálica para sostener las láminas de zinc.



Fotografía No 3 Ingreso al área de taller

El transformador de energía de las instalaciones se encuentra implantado en una estructura de construcción mixta, conformada por piso de hormigón, paredes y losa de bloque, estructura metálica que soporta el techo de zinc, tiene una superficie total construida de 71,25m²; donde se encuentra la cabina del transformador ocupando la planta baja sobre esta se encuentra un departamento para uso de los clientes.



Fotografía No 4 Área de operación del transformador de energía

3.2.- PROCESOS INDUSTRIALES

A continuación se detalla los procesos industriales a los cuales es sometido el material mineral, son los siguientes:

3.2.1.-Alimentación - Clasificación

El material mineral es descargado sobre una tolva de gruesos de 50 toneladas de la capacidad, que tiene una parrilla superior de rieles con una abertura de 8" de luz y una descarga en la parte inferior de 50 cm de abertura, el mineral cae a una zaranda

alimentadora de 3" x 12", con una abertura de 2", clasificando el material en fino y grueso.



Fotografía No 5 Tolva alimentadora de material

3.2.2. Trituración

El material grueso pasa a una trituradora de mandíbulas de 10" x 16", para la respectiva reducción de tamaño, el material triturado es transportado por una banda transportadora de 0.6 x 22 m; a una zaranda vibratoria con malla de 4" x 10" y de $\frac{3}{4}$ de abertura, cuyo rechazo retorna mediante una banda de 0.6 x 10 m; a una segunda trituradora de mandíbulas de 8" x 16".



Fotografía No 6 Zaranda clasificadora de material

3.2.3.-Almacenamiento de material

El material fino proveniente de la clasificación y trituración es almacenado en tolvas de aproximadamente 200 toneladas de capacidad, luego el material pasa al circuito de molienda y clasificación.



Fotografía No 7 Tolva de finos

3.2.4.-Circuito de molienda y clasificación

El material mineral proveniente de la tolva de finos, es transportado por una banda de 0.6 x 6.0 m, hacia un spooud feeder, que alimenta al molino de bolas de 6" x 8"; cuyo producto pasa por un tropel de W abertura a un tanque o sumidero de pulpa, donde se acondiciona el producto, para ser bombeado con la ayuda de una bomba de 2" x 2¼ "; hacia un hidrociclón D-6 de una presión de 200 psi, para separar el material grueso que retorna al molino para una remolienda, mientras que el material fino pasa al circuito de lixiviación.



Fotografía No 8 Molino de Bolas

3.2.5.-Circuito de Lixiviación-Adsorción

El material fino de la molienda es limpiado de impurezas mediante un cernidor llamado DSM, antes de ingresar a los tanques de lixiviación de alta velocidad (180 RPM), a continuación el producto pasa a los tanques de agitación lenta (120 RPM), donde se agrega el carbón activado a razón de 30 a 50 gramos de carbón por litro de pulpa para realizar el proceso de adsorción, donde el carbón se carga con oro hasta niveles de

acuerdo a la ley de cabeza, este sistema funciona en contracorriente a la pulpa que ingresa, es decir los carbones ya cargados son retirados del proceso mediante unos cosechadores vibratorios de malla número 24 en el primer tanque, mientras que el carbón desorbido se alimenta al último tanque creando de esta manera un circuito continuo, para completar la fase de cargado, se emplea un air lift sobre una zaranda circular vibratoria hasta completar los 1000 Kg. de carbón para dar inicio a la desorción.



Fotografía No 9 Tanques de Lixiviación

3.2.6.-Circuito de Flotación

El método de flotación se aplica principalmente cuando el mineral contiene altas concentraciones de azufre en forma de sulfuros, esta condición provoca que la extracción del mineral metálico (Au, Ag, Cu) necesite ponerse en contacto con productos químicos como colectores, espumantes y depresores; para ello se conduce a un bloque de celdas que permite el contacto necesario entre el mineral y los químicos para finalmente obtener un concentrado que contiene el metal y un estéril que constituye el desecho, mismo que es enviado a las piscinas de relaves.



Fotografía No 10 Flotación del Mineral

3.2.7.-Circuito Desorción - Elución

El carbón cosechado en el proceso anterior (Lixiviación – Adsorción) es recibido en la columna de carbón con una capacidad de 1 tonelada, donde el carbón permanece de 36 a 48 horas para su respectivo desfogue, el proceso propiamente se inicia calentando la solución “Stripping” que contiene 1% de sosa cáustica y 0.1% de cianuro de sodio, hasta obtener una temperatura aproximada de 80° C, temperatura necesaria para que pueda pasar por la columna de carbón, que ha sido previamente remojado en alcohol etílico en un 20% en volumen de la cantidad total del eluente.



Fotografía No 11 Torres de Carbón junto al Caldero

3.2.8.-Enfriamiento

La solución obtenida del circuito de desorción es enfriada por el intercambiador de calor hasta 60° C, para evitar la evaporación del alcohol etílico.

3.2.9.-Recuperación del metal

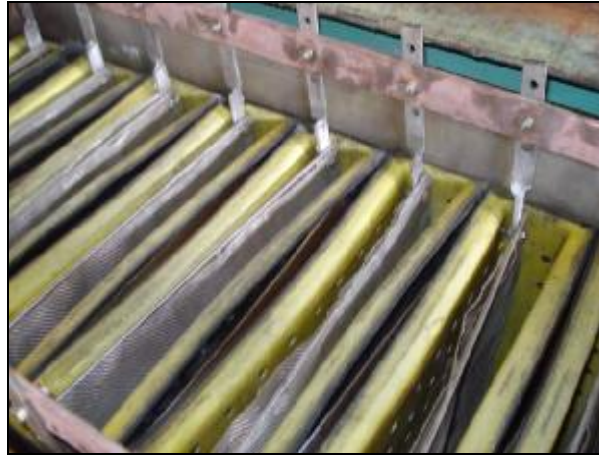
La solución rica pasa a una celda electrolítica rectangular donde están suspendidas verticalmente 8 ánodos y 9 cátodos con un flujo de 12.5 GPM y con un voltaje de operación de 2.5 a 3 V y amperaje de 250 a 400 AMP, el oro y la plata depositados en los cátodos de lana de acero son retirados para ser refinados y fundidos. La solución pobre por debajo de 5 ppm, es recirculada al tanque del circuito de desorción.

3.2.10.-Refinación - Fundición

Las lanas de acero cargadas con oro como cemento son retiradas de la celda electrolítica y llevadas al laboratorio de refinación fundición, donde se trata con ácido sulfúrico al 5% para eliminar trazas de hierro después de lavar de 2 a 3 veces y decantarlo, luego se ataca con ácido nítrico al 33%, a si mimo se procede a lavar de 2 a 3 veces con agua para pasarlo a vaso de pirex de 2 litros para su ataque en caliente con ácido nítrico con la finalidad de eliminar las mayores impurezas de cobre y plata, finalmente el cemento se lava de 4 a 5 veces con agua destilada, se decanta y se lleva a la sequedad.

El cemento seco se pesa y se mezcla con bórax y carbonato de sodio en una proporción de 4 a 1, se ubica en un crisol de grafito y esperar que la temperatura supere los 1150° C

el metal en estado líquido es colocado en lingoteras que una vez enfriados se retiran y lavan quedando listo para su transacción comercial.



Fotografía No 12 Celda Electrolítica

3.2.11.-Amalgamación

Las arenas cianuradas son tratadas en un molino de barras (chancha) donde se agrega cloruro de sodio, sosa acuática, mercurio, panela, luego de un periodo de 36 horas se obtiene la amalgama de mercurio con el mineral deseado (Ag), esta pasa al proceso de refinado y fundición., finalmente las colas del proceso de amalgamación son enviadas a las relaveras

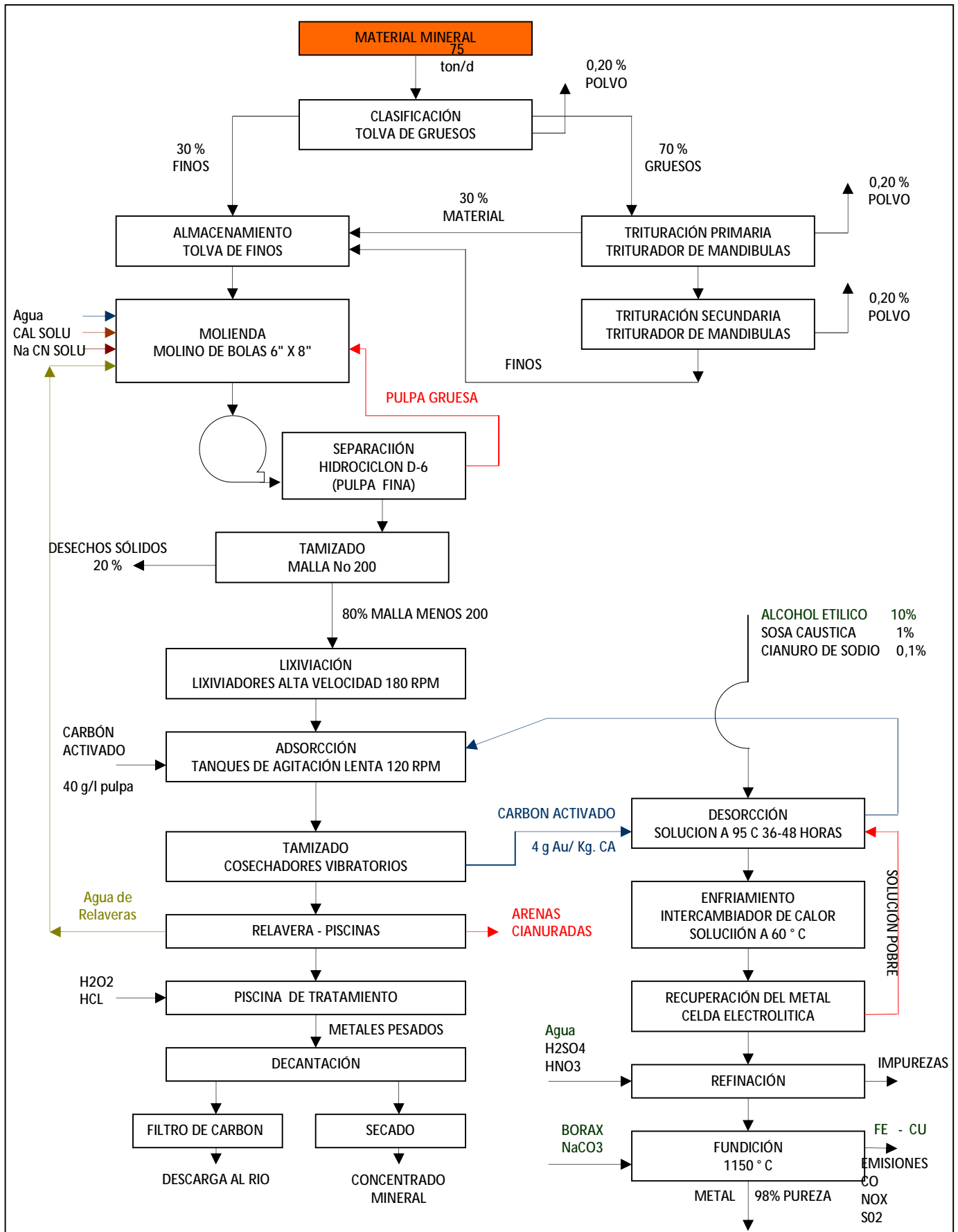
3.2.12.-Escombreras - Relaveras

Las colas de los procesos de flotación y cianuración son enviadas a las piscinas de relaves ubicadas a la margen derecha del río Calera, con una capacidad de almacenamiento de 50.000 toneladas.

3.2.13.-Diagramas de Flujo

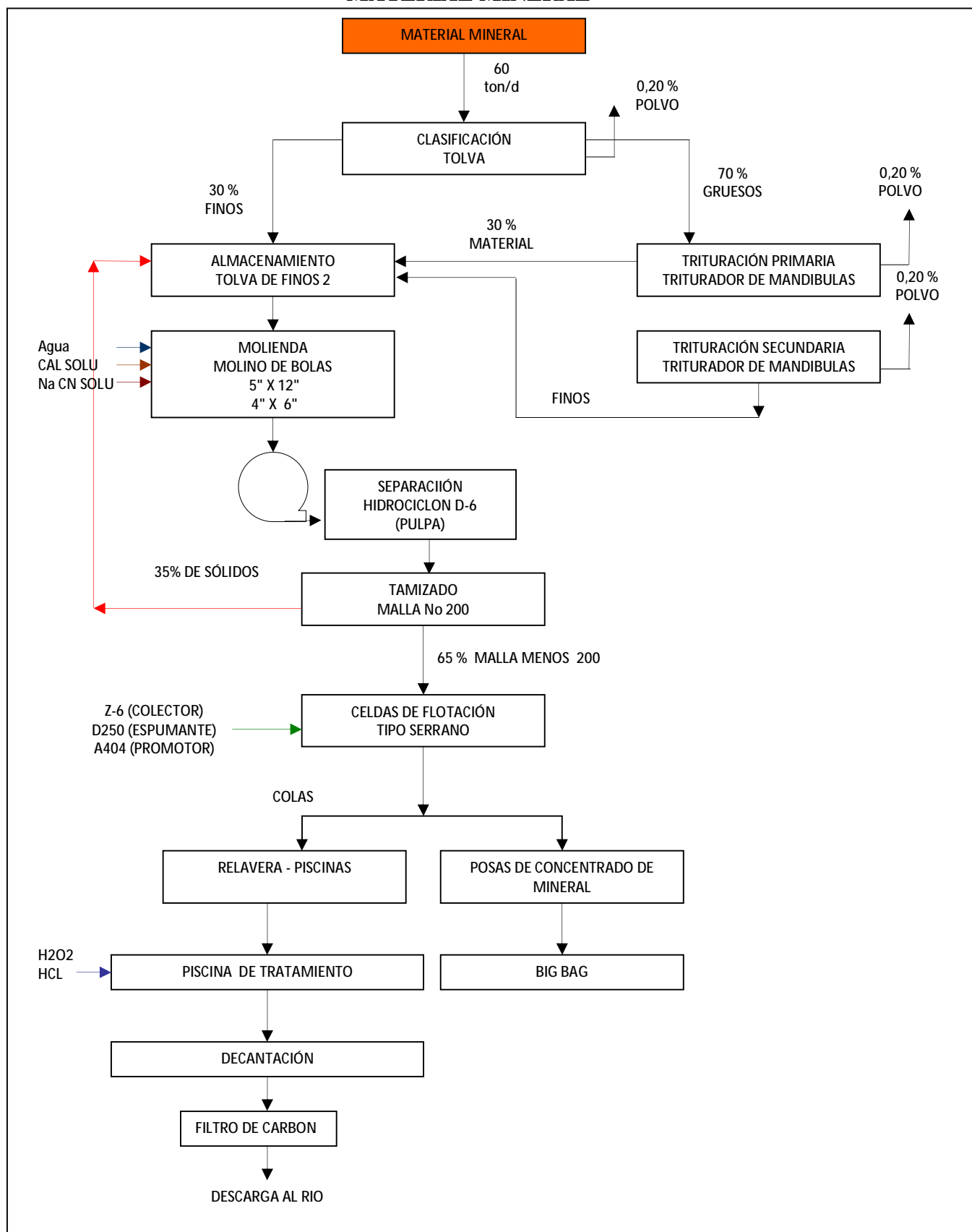
A continuación se detalla los diagramas de flujo de los procesos de Cianuración, Flotación y Amalgamación que actualmente la planta de beneficio La Orquídea se encuentra ejecutando.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CIANURACIÓN



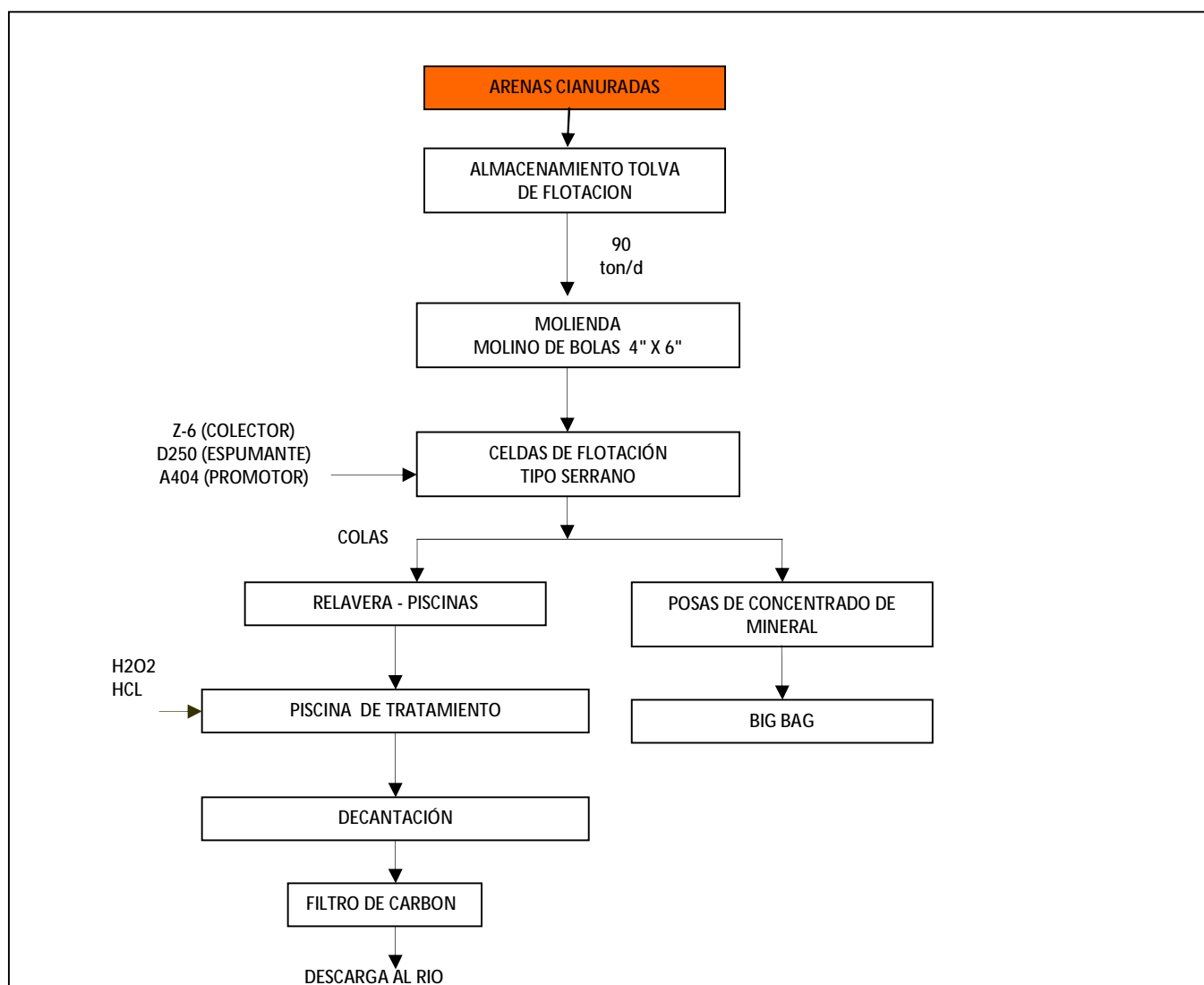
Fuente: AA 2010 Planta de Benéfico de Minerales La Orquídea

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FLOTACIÓN DE MATERIAL MINERAL



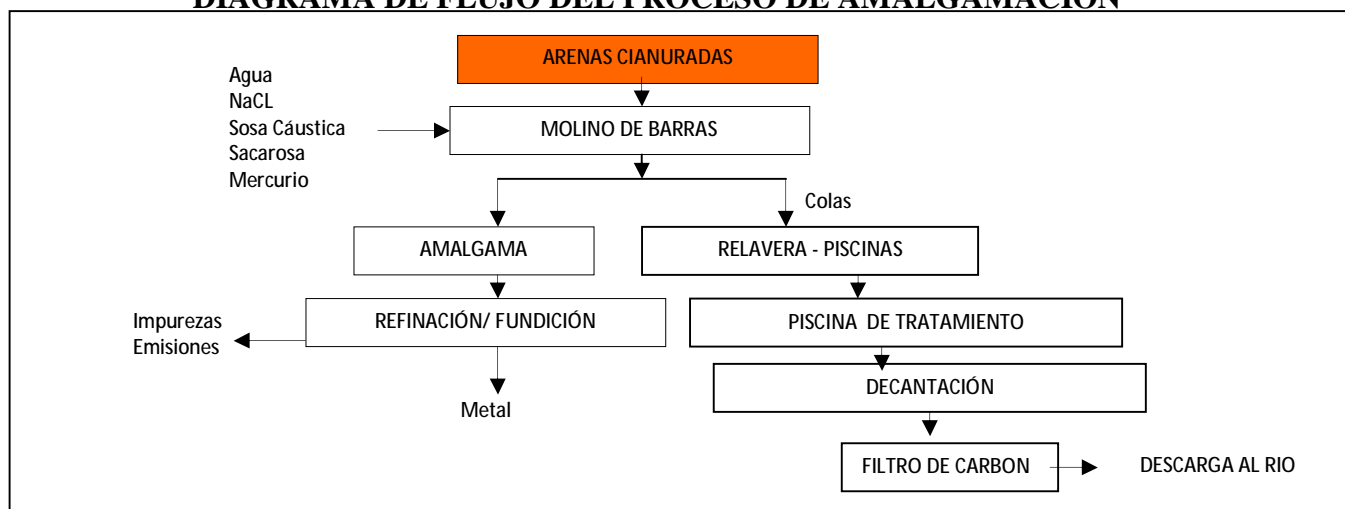
Fuente: AA 2010 Planta de Benéfico de Minerales La Orquídea

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FLOTACIÓN DE ARENAS DE CIANURACION



Fuente: AA 2010 Planta de Benéfico de Minerales La Orquídea

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE AMALGAMACIÓN



Fuente: AA 2010 Planta de Benéfico de Minerales La Orquídea

Los procesos secundarios generados por el tratamiento metalúrgico del material mineral son los que a continuación se detallan.

3.2.14.- Recirculación de efluentes

Las aguas generadas por el lavado de tanques y pisos, así como el efluente generado del proceso de cianuración, es conducido a través de canaletas perimetrales y tubería hacia las relávelas, el agua es recirculada al proceso de molienda a través de bombas, los sedimentos (arenas cianuradas) son enviadas al proceso de flotación y amalgamación.

3.2.15.- Tratamiento de aguas residuales

Los efluentes (colas) generados del proceso de flotación, amalgamación se descargan en la relavera, donde se sedimentan los sólidos, la fase líquida es conducida mediante bomba y transportada por tubería hasta la piscina de tratamiento de aguas residuales, donde se controla pH mediante la adición de ácido clorhídrico y agua oxigenada para eliminación del cianuro, para luego pasar al tanque de reposo donde se pone en contacto con el lecho de carbón antes de sus descarga final hacia el río.

3.3.- INSTALACIONES AUXILIARES, UNIDADES MECÁNICAS Y REQUERIMIENTO DE INSUMOS

3.3.1.- Instalaciones Auxiliares

3.3.1.1.-Campamentos

Las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, emplazan dos campamentos, distantes del área industrial, con los servicios básicos necesarios para el alojamiento del personal de planta.

3.3.1.2.-Taller

Sitio de trabajo donde se realiza actividades de oxicorte de piezas metálicas utilizadas para la implantación y manteniendo de equipos.

3.3.1.3.-Bodegas

Existen cinco bodegas destinadas al almacenamiento de todos los insumos necesarios para uso en el proceso metalúrgico del material mineral en la planta de beneficio La Orquídea, estos sitios cuentan con ventilación natural.

3.3.2.- Unidades Mecánicas

3.3.2.1.-Maquinaria y Equipos

La maquinaria y equipo que se usa para el proceso físico químico y metalúrgico del material mineral se detallada a continuación en la tabla No 3.2

Tabla No 3.2 Maquinaria, Equipos y Materiales

| Detalle | No | Descripción | HP |
|--------------------------------|----|--|-----|
| Maquinaria | 2 | Volquetas marca HINO de 12 m ³ | -- |
| | 1 | Bob Cat 736 | -- |
| | 1 | Escavadora | -- |
| | 1 | Cargadora | -- |
| Equipos Planta de Beneficio | 1 | Tolva de gruesos | -- |
| | 2 | Zarandas vibratorias | 20 |
| | 2 | Trituradoras de mandíbulas | 60 |
| | 7 | Bandas transportadoras y motores | 15 |
| | 3 | Molino de bolas | 310 |
| | 1 | Sumidero de bolas | -- |
| | 8 | Bomba de pulpa | 120 |
| | 5 | Bombas de agua | 100 |
| | 2 | Hidrociclón D-6 | -- |
| | 2 | DSM (clasificadora) | -- |
| | 9 | Tanques de agitación | 135 |
| | 1 | Cosechador de carbón o criba agitadora | 5 |
| | 10 | Celdas de flotación | 100 |
| | 2 | Tanque acondicionador de pulpa | 15 |
| | 2 | (Blower) Compresor de baja presión de aire | 100 |
| | 1 | Caldero | -- |
| Equipos De Energía | 1 | Transformador Trifásico INTRA 1000 KVA | |
| | 1 | Tablero control baja tensión | |
| | 6 | Tableros de control –equipos | |
| Equipos de Comunicación | 4 | Radios Motorola | |
| | 2 | Teléfonos fijos | |
| | 3 | Teléfonos móvil | |
| Equipos Laboratorios | 1 | Triturador 3"x 4" | 10 |
| | 4 | Tamices | -- |
| | 1 | Pulverizador de anillos | 2,4 |
| | 1 | Cuarteador tipo Jones | -- |
| | 1 | Estufa de secado | -- |
| | 1 | Mufla eléctrica | -- |
| | 1 | Celdas electrolíticas | -- |
| | 1 | Campana extractora y ventilador | -- |
| | 1 | Ventilador extractor | 5 |
| | 2 | Balanza analítica | -- |
| | 1 | Equipo de absorción atómica | -- |
| Material de laboratorio | | Tenazas de acero inoxidable | -- |
| | | Lingoteras cónicas, | -- |
| | | Crisoles y copelas | -- |
| | | Vasos de precipitación | -- |
| | | Bandejas de acero inoxidable | -- |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

3.3.3.-Requerimiento de Insumos

3.3.3.1.- Suministro de Agua

El agua utilizada para el proceso metalúrgico del material mineral, es captada aguas arriba del río Calera pasando por tres tanques sedimentadores y por medio de bombas es conducida al tanque cisterna de la planta de 43 m³ de capacidad.

Existe otro circuito de distribución de agua, utilizado para el servicio de campamento cocina, baterías sanitarias y duchas de emergencia, el agua es captada de una vertiente natural, conducida a través de bomba y manguera, almacenada en dos tanques de 1000 litros de capacidad, luego pasa por un sistema de filtros y finalmente a la red de distribución de la planta.

3.3.3.2.- Suministro de Energía

El servicio de energía proviene de la Corporación Nacional de Electricidad S.A., CINEL, regional El Oro, para lo cual la planta de beneficio La Orquídea tiene instalado un transformador trifásico marca INATRA de potencia 1000 KVA, conjuntamente con un banco de capacitores para corrección del factor de potencia

Se dispone de un tablero principal para el control de baja tensión y seis tableros de control para los equipos distribuidos en las distintas áreas del proceso físico químico – metalúrgico.

La potencia instalada es de 729,7 Kw. y un voltaje de 440, la que se detalla a continuación en la tabla No 3.3

Tabla No 3.3 Distribución de energía - Planta de Beneficio La Orquídea

| Áreas | Potencia (Kw) | Voltaje (V) |
|-------------------------|---------------|-------------|
| Área de trituración | 75 | 440 |
| Área de Molienda 6X8FT | 279,7 | 440 |
| Área de flotación | 75 | 440 |
| Área de molienda 5x12FT | 150 | 440 |
| Área de flotación dos | 75 | 440 |
| Área de flotación tres | 75 | 440 |
| Total Potencia | 729,7 | ---- |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

3.3.3.3.-Suministro de comunicación

El servicio de comunicación en la planta de Beneficio la Orquídea es a través del servicio nacional de telefonía fija, asistencia de telefonía móvil e Internet y uso de equipos de radios, para la comunicación entre guardias, transportistas de material y equipo técnico de la empresa.

3.3.3.4.-Suministro de combustible

El combustible (DIESEL) es trasportado y almacenado en tanques (FASTANCK) de capacidad aproximada de 250 galones, el primero ubicado en el acceso a la plataforma No 1, a una distancia aproximada de 50 metros con respecto a la planta de beneficio, el segundo se ubica en las inmediaciones de la bodega de lubricantes, lugares improvisados para el abastecimiento de combustible para maquinaria pesada como escavadora, cargadora, bobcat y volquetas.



Fotografía No 14 Área de abastecimiento de combustible para maquinaria pesada

En el área del proceso (deserción-elución) se encuentra ubicado un tanque de 50 galones de capacidad donde se almacena combustible para el funcionamiento del Caldero.



Fotografía No 15 Sitio de almacenamiento de Diesel para el caldero

3.3.3.5.- Suministro de productos químicos

Los productos químicos se encuentran almacenados en áreas separadas de acuerdo a la peligrosidad y compatibilidad entre ellos, las cantidades promedio utilizadas al año en

los distintos procesos metalúrgicos del mineral metálico son las que se detallan en la Tabla No 3.4.

Tabla No 3.4 Sustancias Químicas –Planta de Beneficio La Orquídea

| Productos químicos | Cantidad al año |
|---------------------------------------|-----------------|
| Hidróxido de sodio (Sosa cáustica) | 170 Kg. |
| Acido Sulfúrico | 140 Kg. |
| Acido Clorhídrico | 225 Kg. |
| Acido Nítrico | 273Kg |
| Carbonato de sodio | 14 Kg. |
| Alcohol etílico | 2.540 Gal. |
| Cloruro de sodio (Sal) | 42 Kg. |
| Agua destilada | 5 Gal. |
| Bórax | 118 Kg. |
| Carbonato de sodio | 14 Kg. |
| Cianuro de sodio | 3.308 Kg. |
| Oxido de calcio (Cal) | 447 Kg. |
| Z-6 (Colector) Amilxantato de potasio | 27.000 Kg. |
| D250 (Espumante) Ditiofosfato | 27.000 Kg. |
| A404, A208, F425,F180 (Promotor) | 13.500 Kg. |
| Metabisulfito de sodio | 10.800 Kg. |
| Nitrato de plata | 0.36 Kg. |
| Yoduro de potasio | 0.12 Kg. |
| Carbón activado | 48.000 Kg. |
| Aceite ISO 40 | 55 Gal. |
| Aceite HD- 68 | 55 Gal. |
| Aceite SW - 40 | 110 Gal. |
| Aceite ISO 90 | 55Gal |
| Aceite Omega 90 | 20 L |
| Grasas | 65 Kg. |
| Diesel -2 Caldero | 216 Gal. |
| GLP | 3240 Kg. |
| Acetileno | 492 Kg |
| Oxigeno | 984 Kg |
| Diesel – Maquinaria pesada | 24000 Gal. |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

3.3.3.6.-Suministro de insumos varios

Los material de: limpieza, higiene, plomería, dieléctricos, eléctricos, repuestos mecánicos, pinturas, pegamentos, siliconas, equipo de protección personal, ropa de trabajo etc., se encuentran almacenados en bodega general, las cantidades son pequeñas y se abastecen de acuerdo a la necesidad de estos insumos.

3.4.- POBLACIÓN LABORAL

La planta de beneficio La Orquídea dispone de 55 trabajadores, distribuidos en 22 puestos de trabajo con un régimen laboral de 24 horas/día en tres turnos de 8 horas para el personal operativo y dos turnos de 12 horas para el personal técnico, el número de personal por puesto de trabajo se detalla en la tabla No 3.5

Tabla No 3.5 Número de personal por puesto de trabajo

| PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUIDEA | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|-----------|
| PUESTO DE TRABAJO | 07:00 15:00 | 15:00 23:00 | 23:00 07:00 | 07:00 - 19:00 19:00 - 07:00 | TOTAL |
| PERSONAL ADMINISTRATIVO | | | | | |
| Gerencia | | | | 1 | 1 |
| Administrador | | | | 1 | 1 |
| Asistente contable | | | | 1 | 1 |
| PERSONAL TECNICO | | | | | |
| Jefe de Turno | 1 | 1 | 1 | | 3 |
| Jefe de Planta | | | | 1 | 1 |
| Jefe de Mantenimiento /Taller | | | | 1 | 1 |
| PERSONAL DE MANTENIMIENTO | | | | | |
| Mantenimiento | | | | 1 | 1 |
| Soldador | | | | 6 | 6 |
| Bodeguero | | | | 1 | 1 |
| PERSONAL DE ALIMENTACIÓN | | | | | |
| Cocinero | | | | 2 | 2 |
| PERSONAL DE VIGILANCIA | | | | | |
| Guardia | 2 | 2 | 2 | | 6 |
| PERSONAL DE OPERACIÓN | | | | | |
| Trituración | 1 | 1 | 1 | | 3 |
| Molineros | 1 | 1 | 1 | | 3 |
| Cianuración | 1 | 1 | 1 | | 3 |
| Circuito Flotación 1 y 2 | 2 | 2 | 2 | | 6 |
| Piscinas | | | | 2 | 2 |
| Obreros | | | | 7 | 7 |
| PERSONAL DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAL | | | | | |
| Operador Escavadora | | | | 1 | 1 |
| Operador Cargadora | | | | 1 | 1 |
| Operador Bob Cat | | | | 1 | 1 |
| Volquetero | | | | 4 | 4 |
| Total | | | | | 55 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

3.5.- CONDICIONES DE LA PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUIDEA ANTE UNA EMERGENCIA

En función al reconocimiento realizado por las instalaciones y al levantamiento de información mediante una lista de chequeo y encuesta, se detalla a continuación la vulnerabilidad de las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea ante una emergencia.

3.5.1.- Alarma para Evacuación

Existe una alarma, es funcional, esta instalada en la garita No 1, ubicada junto a la puerta de ingreso a las instalaciones, no se cuenta con otra fuente de sonora para el funcionamiento de la alarma.



Fotografía No 16 Vista de la Alarma de Evacuación

3.5.2.- Señal de Alarma

La señal de alarma se escucha y es reconocida por los ocupantes de las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea.

3.5.3.- Detector de Humo

En las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea no se posee ningún sistema de detección de incendios compuesto por detectores de humo.

3.5.4.- Escaleras de Evacuación

Las escaleras existentes en las distintas áreas operativas son utilizadas como acceso y salida de las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, sus características se detallan a continuación en la tabla No 3.6.

Tabla No 3 6 Características de Escaleras

| CARACTERISTICAS | MEDIDAS (cm) |
|------------------------|--------------|
| Altura del pasamano | 90 -100 |
| Largo del escalón | 80 |
| Ancho del escalón | 20 |
| Altura entre escalones | 22 -24 |
| Descansos | 88 x 90 |
| Altura libre | 120 -250 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea



Fotografía No 17 Escalera de acceso y salida del circuito de adsorción



Fotografía No 18 obstáculo que cruza al pie de la escalera

3.5.5.- Rutas de Evacuación

Las rutas de evacuación se encuentran con obstáculos, en algunos tramos los pisos son de suelo desnudo y se tornan resbalosos e intransitables en época invernal.



Fotografía No 19 Ruta de evacuación con obstáculos



Fotografía No 20 Ruta de evacuación intransitable



Fotografía No 21 Vista de las condiciones de la ruta de evacuación

3.5.6.- Señalización de Evacuación

Las instalaciones industriales carecen de señales de evacuación foto luminiscentes, que faciliten la ubicación de las rutas de evacuación, no existe croquis en ninguna parte visible, y en algunos sitios apenas se observa el rotulo, no cumple con las dimensiones conforme a la norma INEN 439.



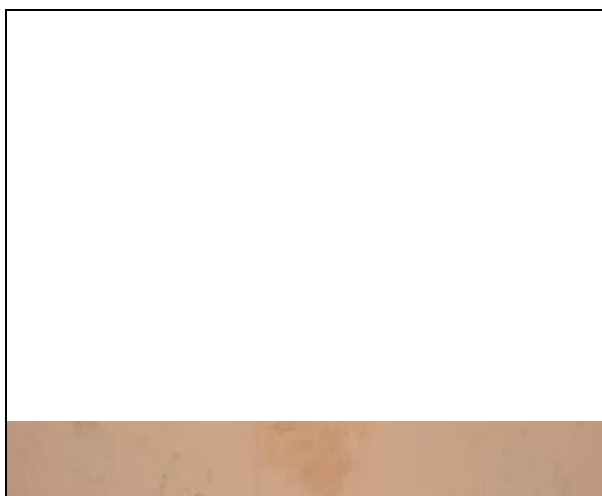
Fotografía No 22 Rotulo de evacuación a 60 cm de altura a nivel del suelo



Fotografía No 23 Rotulo de evacuación de dimensiones no adecuadas

3.5.7.- Señalización de lucha contra incendio

La señalización de lucha contra incendio es escasa y la presencia de este tipo de rótulos existe solo para identificar al matafuego No 7, los otros extintores carecen de señalización.



Fotografía No 24 Única señalización de lucha contra incendio

3.5.8.- Sistema contra incendio

El sistema contra incendio de la planta de beneficio La Orquídea se encuentra constituida únicamente por extintores de incendio distribuidos como se detalla en la tabla No 3.7.

Tabla No 3.7 Extintores de Incendio

| Área de Ubicación | Extintores de Incendio | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|---------------|----------|
| | Tipo | Agente | Capacidad lb. | Cantidad |
| Oficina | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Bodega de Ácidos | | CO2 | 20 | 1 |
| Garita No1 | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Comedor /cocina | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Taller | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Transformador de energía | | CO2 | 20 | 1 |
| Área de molienda | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Área de trituración | ABC | PQS | 20 | 1 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

Sin embargo el área de algunos matafuegos se encuentra obstaculizada, se identifico que en uno de estos la etiqueta de identificación no es legible, y otro se encuentra despresurizado, así como no todos se encuentran en su sitio como se detalla en la tabla anterior.



Fotografía No 25 Área de extintor con obstáculos

3.5.9.- Botiquín de primeros auxilios

En las instalaciones de la planta, se dispone de un botiquín de primeros auxilios ubicado en oficina administrativa, este contiene: alcohol antiséptico, guantes, gasa hidrófila, algodón, esparadrapo tipo papel, agua oxigena y medicinas que se usan sin prescripción médica.



Fotografía No 26 Botiquín de primeros auxilios

3.5.10.- Puntos de reunión y emergencia para una evacuación

En las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea se han establecido varios sitios posibles como puntos de reunión y emergencia, pero ninguno se ha delimitado con claridad, actualmente no existen puntos óptimos para reunir al personal en caso de evacuación.

3.5.11.- Mapa de recursos y evacuación

En las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, no está publicado el mapa de recursos y evacuación en ninguna de las áreas de trabajo, como referencia para que todo

el personal que se encuentra en las instalaciones, se ubique en relación a las salidas de emergencia, ubicación de extintores, puntos de reunión y emergencia y rutas de escape.

3.5.12.- Brigadas de emergencia

En la planta de beneficio La Orquídea, se ha conformado las siguientes brigadas: comunicación, orden y seguridad, prevención de incendios, búsqueda y rescate, primeros auxilios, actualmente estas no se encuentran actualizadas.

3.5.13.- Adiestramiento y Simulacros

El personal de la planta de beneficio La Orquídea, así como las brigadas de emergencia han participado en la capacitación teórico - práctico ante una emergencia de incendio y evacuación, realizada con fecha 16 de julio del 2012 con una duración de una hora, dada por el instructor, ingeniero Esteban Merino asesor de SST Corporación Inmedical.

La empresa no dispone de informe alguno en el cual se demuestre la respuesta al simulacro así como tiempos de evacuación del personal de la planta de beneficio La Orquídea.

El adiestramiento en primeros auxilios, se impartió el 29 de noviembre del 2012, por el médico ocupacional de la empresa Dr. Rolando Maldonado, con una duración de 30 minutos dirigido al personal de la planta de beneficio La Orquídea.



Fotografía No 27 Charla de Primeros Auxilios

3.5.14.- Entidades de apoyo más próximos

En caso de suscitarse una emergencia mayor en la planta de beneficio La Orquídea, la entidad de apoyo más próximos son: el cuerpo de bomberos del cantón Piñas, ubicados a una distancia aproximada de 8 ½ Km.; en un tiempo de llegada de 40 a 60 minutos.

3.5.15.- Accidentes Mayores Suscitados

La planta de benéfico La Orquídea, a partir de su creación y durante su operación en cinco años, no se ha suscitado eventos como incendios, explosiones así como fugas o derrames de consideración de productos químicos.

En el mes de octubre del 2012, se produjo un incendio en los neumáticos de una volqueta, debido al choque eléctrico con la línea de alta tensión que atraviesa el área de las relaveras, lo cual provocó la electrocución del automotor y comenzó a incendiarse las ruedas, evento que fue controlado con el personal mediante el uso de los extintores

de incendio de la planta, se genero únicamente daños materiales, no se produjo pérdidas humanas.

4.- SITUACIONES DE EMERGENCIA

4.1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON PROBABILIDAD DE RIESGO

4.1.1.- Riesgos propios de la actividad

Mediante el reconocimiento de las instalaciones y el análisis de los procesos físico químicos y metalúrgicos de cada una de las áreas operativas de la planta de beneficio La Orquídea, se identificó los sitios con probabilidad de presentar riesgo de incendio, explosión y derrame que pueda generar una emergencia, como a continuación se detalla en la tabla No 4.1

Tabla No 4.1 Identificación de áreas con probabilidad de presentar riesgo

| Área/Planta | Riesgo | Descripción del Peligro |
|--------------------------|---------------------|---|
| Oficina Administrativa | Incendio | Sobrecarga por equipos eléctricos. |
| Laboratorio de Adsorción | Incendio/ Explosión | Manejo inadecuado en la operación del equipo de adsorción atómica, uso de (acetileno) Sobrecarga por equipos eléctricos. |
| Comedor –Cocina | Incendio /Explosión | Manipulación de tanques de GLP/ Instalaciones inadecuadas |
| Taller | Incendio /Explosión | Manejo inadecuado en la operación del equipo de oxicorte uso de (oxígeno y GLP) |

| Área/Planta | Riesgo | Descripción del Peligro |
|---|-------------------------------|--|
| Transformador de Energía / Tableros de control | Incendio /Explosión | Sobrecarga, Electricidad estática Conexiones eléctricas inadecuadas, Cables en mal estado, Cortocircuito |
| Desorción –Elución | Incendio/ Explosión | Almacenamiento de combustible líquido (alcohol etílico) |
| | Incendio/ Explosión | Almacenamiento de combustible líquido (diesel) para funcionamiento del caldero |
| Plataforma No 1/ Exteriores de la planta | Incendio/ Explosión | Almacenamiento y abastecimiento de combustible líquido (diesel) a maquinaria y equipo caminero. |
| Bodegas de químicos | Derrame de productos químicos | Almacenamiento inadecuado de los productos (vuelco, caída, rotura de recipientes y empaques) |

Fuente: Planta de beneficio La Orquídea

4.1.2.- Riesgos naturales

Para determinar los riesgos naturales, ajenos a las actividades de la planta de beneficio La Orquídea, se ha considerado los eventos geodinámicos e hidro meteorológicos como: sismos, erupciones volcánicas y movimiento gravitacional de masas e inundaciones, que puedan generar peligro en el área de influencia, detallándose a continuación en la Tabla No 4.2

Tabla No 4.2 Riesgos Naturales

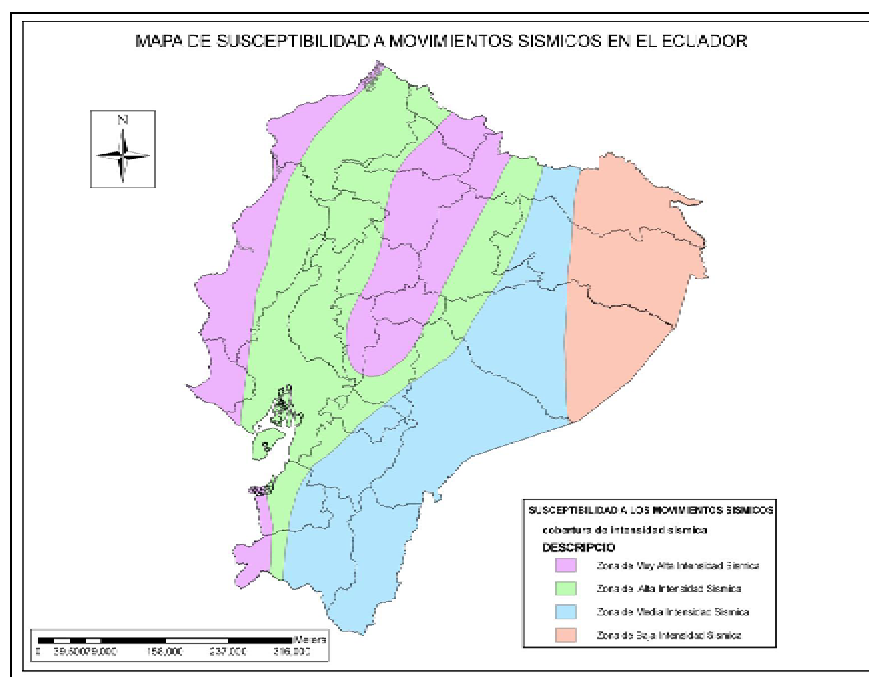
| Área | Riesgo | Descripción del Peligro |
|---|-----------------------|--|
| Área de influencia de la planta de beneficio la orquídea. | Sismos / Terremotos | CuarTEAMIENTO y/o desplome de edificaciones de la planta de beneficio. |
| | Erupciones volcánicas | Presencia de Ceniza Volcánica. |
| | Movimientos de Masa | Deslizamiento del suelo. |
| | Inundaciones | Crecida del nivel de agua del río Calera. |

Fuente: Planta de beneficio La Orquídea

4.1.2.1.- Riesgo Sísmico

Hace más de una década, el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, ha determinado la zonificación sísmica del Ecuador, dividiendo al país en cuatro zonas, como se detalla a continuación en la figura No 4.1

Figura. 4.1 Mapa Zonas Sísmicas del Ecuador



Fuente: www.google.com.ec

En el año 2001 se realizó la **“CARTOGRAFIA DE LAS AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL POR CANTÓN EN EL ECUADOR”**, por los científicos Florent Demorales y Robert D´ Ercole, determinando los niveles de amenaza física del país, tomando como referencia la zonificación sísmica elaborada por el IG-EPN, asignando un valor a cada una de las cabeceras cantonales, en función a la zona sísmica en la que se encuentran.⁷⁵

El cuadro No 4.1, detalla el valor de la amenaza sísmica asignada al cantón Piñas, donde se encuentra la planta de beneficio La Orquídea.

⁷⁵ Florent Demorales, Robert D Ercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador página 19

Cuadro No 4.1 Peligro Sísmico

| CANTÓN | PROVINCIA | REGION | PELIGRO SISMICO |
|--------|-----------|--------|-----------------|
| Piñas | El Oro | Costa | 2 |

Fuente: Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador

La Norma Ecuatoriana de la Construcción en su informe “**PELIGRO SÍSMICO Y REQUISITOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE**” del 2011, detalla un listado actualizado de la zona sísmica de las ciudades del país, asignando un valor cualitativo a esta amenaza, cabe indicar que la zonificación asignada a los cantones que se encuentran dentro del área de influencia indirecta con respecto a la planta de beneficio La Orquídea se detalla en el cuadro No 4.2.

Cuadro No 4.2 Poblaciones Ecuatorianas

| CIUDAD | PROVINCIA | CANTÓN | PAROQUIA | ZONA | Caracterización Amenaza Sísmica |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------|---------------------------------|
| Piñas | El Oro | Piñas | Piñas | II | Alta |
| Portovelo | El Oro | Portovelo | Portovelo | II | Alta |
| Zaruma | El Oro | Zaruma | Salvias | II | Alta |

Fuente: NEC-11 – Peligro Sísmico y Requisitos de Diseño Sismo Resistente.

De acuerdo con lo citado por los autores F Demorales y R D’Ercole, y la Norma Ecuatoriana de la Construcción podemos destacar que el área de influencia directa de la planta de beneficio La Orquídea se encuentra ubicada en la (zona II).

Es conocido que los eventos sísmicos en el Ecuador se manifiestan por la presencia de sistemas de fallas corticales y movimientos de subducción de la placa Oceánica de Nazca, bajo la placa Continental Sudamericana, “provocando en las últimas décadas terremotos de gran magnitud., es por esta razón que la coexistencia con la actividad sísmica pasó a ser parte de la cultura ecuatoriana.

Grandes terremotos que ocurrieron acarrearón destrucción, daños a toda escala y lo más grave, pérdidas humanas, de ahí la importancia de presentar a la población, información adecuada para generar los mecanismos de mitigación apropiados en caso de suscitarse un terremoto.”⁷⁶

Los registros de sismicidad histórica del Ecuador, revelan la ocurrencia de sismos con intensidades mayores de VIII acaecidos desde el año 1541 hasta 1998, provocando miles de pérdidas humanas y cuantiosos daños materiales.

Los estudios geológicos del distrito minero Zaruma – Portovelo, realizados por algunos autores y como lo indica el estudio de C Pesantes 2007, “Los principales rasgos estructurales de la región son, los sistema de fallas Piñas - Portovelo; Puente Busa – Palestina”⁷⁷.

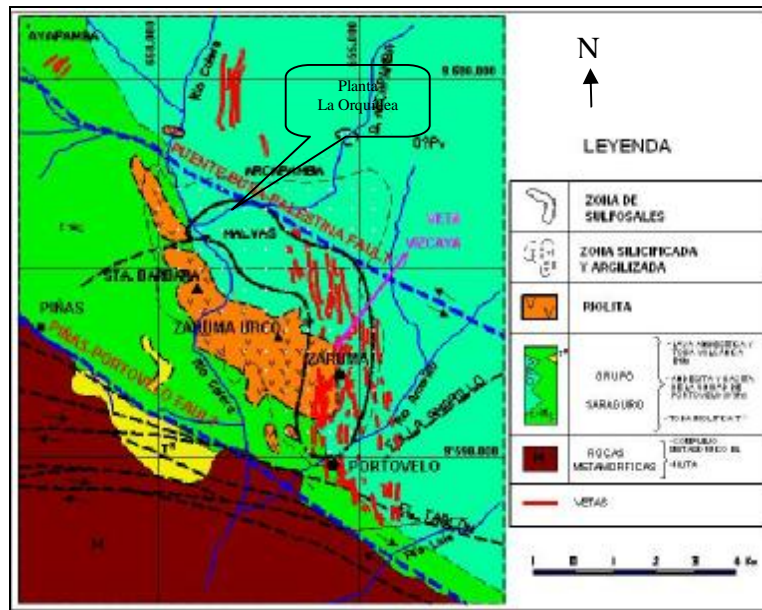
El estudio geológico indica que la falla Piñas – Portovelo, se extiende 40 Km. con un azimut de 295°, rumbo E-W, la segunda falla Puente Buza - Palestina sigue una dirección paralelo con respecto a la primera con una extensión aproximadamente de 10 Km.”⁷⁸.

Figura. 4.2 Mapa de Geología Local de la zona de Zaruma y Portovelo.

⁷⁶ www.igepn.edu.ec

⁷⁷ C Pesantes 2007 Evaluación y Zonificación de Riesgos Geodinámicos en el Distrito Minero Zaruma – Portovelo página 22

⁷⁸ C Pesantes 2007 Evaluación y Zonificación de Riesgos Geodinámicos en el Distrito Minero Zaruma – Portovelo página 22



Fuente.: C Pesantes (2007) Mapa Geológico Zaruma- Portovelo

En la figura 4.2, se observa el sistema de fallas existentes en la región Piñas-Portovelo-Zaruma área de influencia donde se encuentra localizada la planta de beneficio la Orquídea.

El estudio de C Pesantes 2007 concluye lo siguiente “El riesgo sísmico para el sector es muy alto, a esto se suma la intervención de factores condicionantes y desencadenantes como la mala calidad de la roca y del suelo y los espacios vacíos creados en el subsuelo debido a la actividad minera..⁷⁹

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, actualmente mantiene registros permanentes con reportes diarios de la ocurrencia de sismos a nivel nacional, es así que en el último trimestre del año 2012, se ha detectado un sismo en la ciudad de Arenillas en la provincia de El Oro, como lo detalla el cuadro elaborado por IG-EPN con fecha 30 de noviembre del 2012.

⁷⁹ C Pesantes 2007 Evaluación y Zonificación de Riesgos Geodinámicos en el Distrito Minero Zaruma – Portovelo página 29

Cuadro No 4.3. Registros Sismos

| Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional | |
|--|---|
| Preliminar | |
| Detalles del Sismo | |
| Magnitud | 4.1 M |
| Fecha - Hora | 30/11/2012 20:15:02 TL 01/12/2012 01:15:02 UTC |
| Localización | 3.7371°S; 80.112°W |
| Profundidad | 34.40 Km. |
| Zona | Prov.: EL ORO |
| Distancia epicentral e (hipocentral) a ciudades referenciales | 20.8 (40.2) km al S 14° O de la ciudad de ARENILLAS 22.9 (41.3) km al N 77° O de la ciudad de MARCABELÍ 31.5 (46.7) km al S 24° E de la ciudad de HUAQUILLAS 32.0 (47.0) km al N 85° O de la ciudad de BALSAS 32.7 (47.5) km al N 18° O de la ciudad de ALAMOR 431.8 (433.2) km al S 24° O de la ciudad de QUITO |
| Reportes recibidos y/o datos adicionales | No se tiene reportes de que le sismo haya sido sentido. |
| Información técnica adicional | |
| Incertidumbre en la Localización | Latitud +/- 3.0 Km; Longitud +/-2.0 Km; Profundidad +/-13 Km. |
| Parámetros | Fases P=NaN; Fases S=NaN; RMS=0.7; Gap=124° |
| Fuente | IG-EPN |

Fuente: www.igepn.edu.ec

Estos registros, no han detectado la ocurrencia de sismos de magnitud mayor en la zona de fallas Piñas – Portovelo; Puente Buza – Palestina, área de influencia de la planta de beneficio La Orquídea.

Los registros históricos de sismicidad de la provincia de El Oro, revelan que los sismos de mayor intensidad sentida en esta provincia durante el presente siglo han alcanzado la escala de grado VII, detallados a continuación.

Cuadro No 4.4. Registro Histórico

| Fecha | Lugar | Afectación |
|-------------|---------|--|
| 14 /05/1928 | Machala | Daños de intensidad máxima en Machala y Puerto Bolívar |
| 22/03/1956 | Machala | Escasamente sentido en los cantones Portovelo y Zaruma Sentido en Guayaquil |

Fuente: www.ecuadorgoldproduction.com

Cabe indicar que los registros se refieren a la capital de la provincia de El Oro, no se tienen datos estadísticos de que estos sismos produjeran daños estructurales en las edificaciones en los cantones de Portovelo y Zaruma.

4.1.2.2.- Riesgo Volcánico

La cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador, elaborado en el año 2001 por F Demorales y R D´ Ercole, clasifica a los cantones de acuerdo al nivel de amenaza volcánica de la siguiente manera:

Û **Cantones con mayor peligro volcánico:** Aquellos que se encuentran ubicados en zonas totalmente amenazadas por los volcanes considerados más peligrosos para los asentamientos humanos.

Û **Cantones con peligro volcánico relativamente alto:** Aquellos que se encuentran ubicados en los alrededores de los volcanes que tuvieron una actividad histórica y que aun se consideran una amenaza potencial.

ü **Cantones con peligro volcánico relativamente bajo:** Aquellos que se encuentran ubicados en los alrededores de los volcanes que no tuvieron una actividad histórica y que aun se consideran potencialmente activos.

ü **Cantones con bajo peligro volcánico:** Aquellos que se encuentran fuera de la zona de concentración de los volcanes.

El estudio geológico de C Pesantes 2007 indica “La actividad volcánica de la región austral se dio únicamente por acceso de magma a través de grietas y fisuras durante el levantamiento de cordillera hace millones de años.”⁸⁰

La zona geográfica donde se encuentra ubicada la planta de beneficio La Orquídea esta muy alejado de la concentración de los cuerpos volcánicos, los mas próximos por decirlo son: Sumaco y Sangay ubicados en el franco oriental del país, a 525 y 420 kilómetros respectivamente con respecto al proyecto

Por lo que se considera muy bajo o nulo el riesgo por erupción volcánica, sin embargo no se descarta la afectación por la presencia de ceniza volcánica, ya que de acuerdo a los registros del IG-EPN, el estado de actividad de los volcanes Sumaco y Sangay se detallan en el cuadro No 4.5

⁸⁰ C Pesantes 2007 Evaluación y Zonificación de Riesgos Geodinámicos en el Distrito Minero Zaruma – Portovelo página 31

Cuadro No 4.5 FC-VOLCAN

| Identificado r | Nombre | Nombre Alterno | Estado | Ultima Erupción | Conocimiento | Monitoreo | Altura | Superficie | Perímetro | Volumen | Díametro | Relieve | Tipo Volcán |
|----------------|--------|----------------|-------------|-----------------|--------------|-----------|--------|------------|-----------|---------|----------|---------|----------------|
| 52 | Sumaco | | Activo | 1895 ± 30 años | Moderado | Tectónico | 3778 | 250.07 | 75.33 | | | | Estrato volcán |
| 84 | Sangay | | En erupción | 1935-? | Moderado | Tectónico | 5302 | 177.07 | 54.42 | | | | Estrato volcán |

Fuente: Instituto Geofísico - Escuela Politécnica Nacional

4.1.2.3- Riesgo movimiento de masas

El artículo geológico, realizado por E Aristizábal., H Martínez, y J Vélez en el año 2010, acerca de los movimientos en masa detonados por lluvias, indica que este fenómeno constituye una de las causas más frecuentes de desastres alrededor del mundo, generando pérdidas económicas millonarias, debido a la expansión urbana sobre áreas montañosas de estabilidad precaria.

La investigación geológica señala que los procesos de remoción de masa son causa de las condiciones geológicas, geomorfológicas y de intervención antrópicas, sumándose a estos, un factor desencadenante como la precipitación, estimulando el deslizamiento de los materiales de las pendientes.

Estadísticamente, los autores indican que el continente asiático es el de mayor número de víctimas, dando como ejemplo la ciudad de Nepal que sobresale con 186 víctimas mortales por año, seguido por Japón con 170 y China con 140 – 150 respectivamente, en Latinoamérica, Brasil ocupa el primer lugar con un promedio de 88 personas muertas por año.

El artículo destaca la afectación que se produce en Colombia, por este tipo de evento, señalando que en el Valle de Aburrá, es un lugar donde se concentra un total de 3.4 millones de habitantes y que los movimientos en masa corresponden a 3 de cada 10 desastres, dejando un saldo trágico del 75% de la totalidad de víctimas anuales, con pérdidas económicas superiores a los 21 mil millones de pesos en el período 1880-2007.

En el Ecuador las zonas potencialmente sensibles a los deslizamientos y derrumbes es la región andina y estribaciones a hacia la costa, debido a las “fuertes pendientes, extensión de las vertientes, formaciones geológicas subyacentes, precipitaciones intensas, presencia de fallas, ocurrencia de sismos y uso antrópico del suelo”⁸¹.

En cambio la costa Ecuatoriana durante los meses de permanencia del fenómeno de El Niño, y época invernal, se produce un sinnúmero de deslizamientos de forma aislada, que no se repiten en los mismos sitios ya que el evento tiene características peculiares cada año.

Cabe indicar que el mayor deslizamiento de masa que se produjo en el país, fue por “derrumbamiento del cerro Tawal en el sector (La Josefina) provincia del Azuay, ocurrido el 29 de marzo de 1993, provocando el represamiento del río Paute amanzanado a la represa Amaluza, este evento causó la muerte de 50 personas y los daños directos fueron estimados en US \$ 147 millones.”⁸²

Otro evento que produjo derrumbamientos de consideración, fue el sismo de 1987, “contribuyendo a la desestabilización de los taludes de la región amazónica sector de

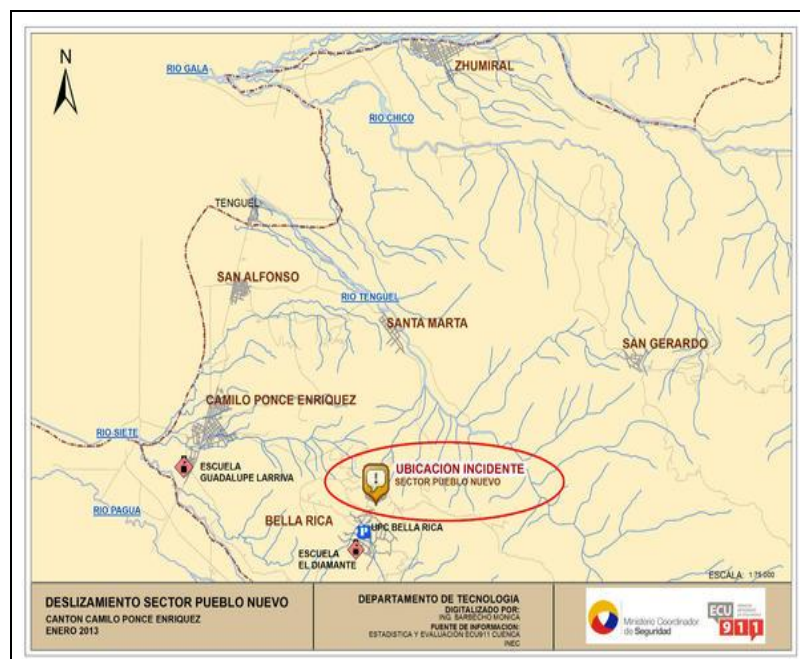
⁸¹ Florent Demorales, Robert Dercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador página 15

⁸² Florent Demorales, Robert Dercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador página 15

Baeza en la provincia de Napo, dañando la infraestructura vial y productiva, incluyendo el oleoducto transecuatoriano.”⁸³

“En la mañana del 23 de Enero del presente año, los medios de comunicación, informaron de un deslave ocurrido en la provincia del Azuay, las fuertes lluvias fue el factor desencadenante del deslizamiento de tierra de aproximadamente 300 metros, que arrasó con cuatro viviendas, dos plantas, taponando la boca mina de la sociedad minera “Pueblo Nuevo” y afectando a otras minas más, los escombros se expandieron en la zona poblada en un área de unos 150 metros cuadrados.” ⁸⁴ La ubicación del siniestro fue en la parroquia Pueblo Nuevo, jurisdicción del cantón Ponce Enríquez, provincia del Azuay, distrito minero Bella Rica.

Figura No 4.3 Ubicación del deslave



Fuente: www.google.com.ec

⁸³ Florent Demorales, Robert Dercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador página 16

⁸⁴ www.eluniverso.com 25/01/2013

Los resultados de esta tragedia, ocurrida en el distrito minero Bella Rica, son 11 personas fallecidas, 8 familias (37 personas) damnificadas, reubicadas en el colegio Liceo Austral de la ciudad de Ponce Enríquez y cuantiosas pérdidas materiales.”⁸⁵

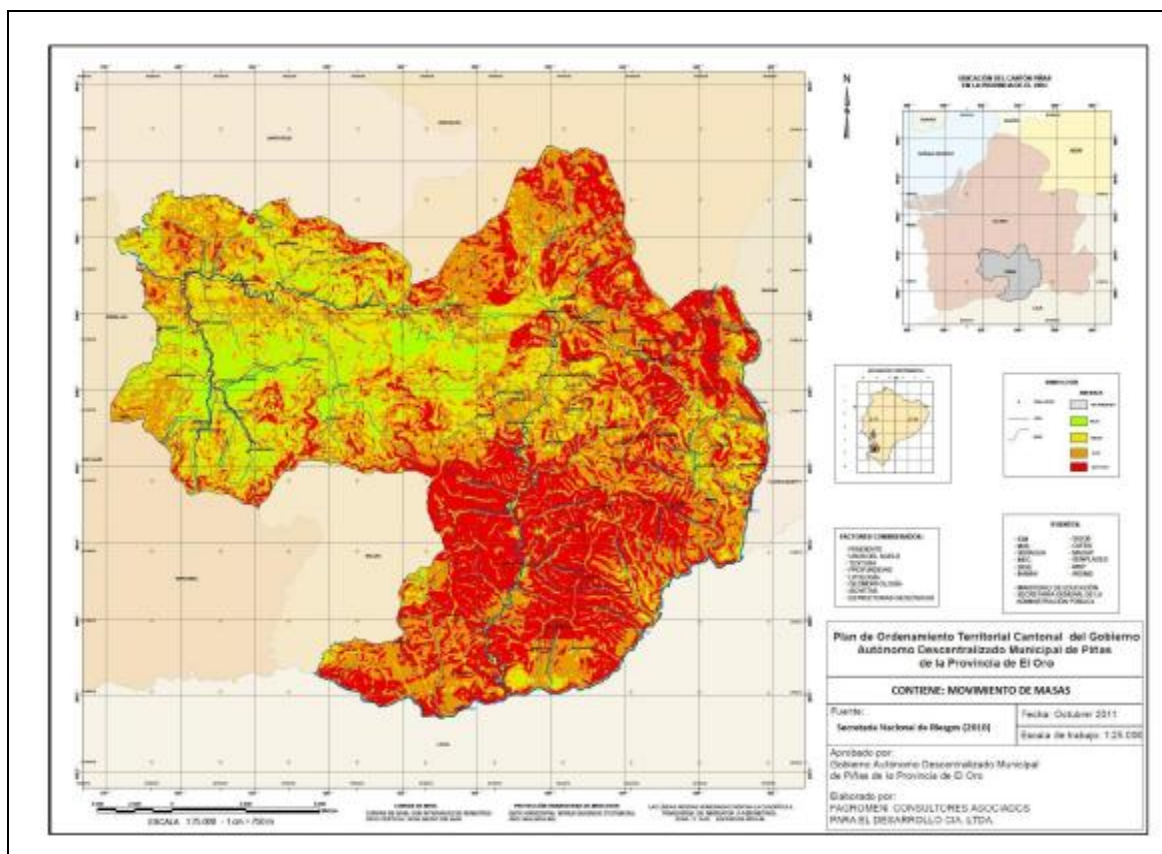
El estudio realizado por C Pesantes 2007, en las localidades de Zaruma y Portovelo, área de influencia indirecta de la planta de beneficio La Orquídea, señala que los problemas geodinámicos encontrados son un su mayoría los movimientos de ladera.

La autora da a conocer que este fenómeno se presenta debido a dos factores, el primero el factor condicionante, haciendo referencia a las características intrínsecas del suelo y roca; y el segundo los desencadenantes, agentes que aceleran o retardan la ocurrencia del riesgo, debido a la sobreexplotación de galerías, cambio en el uso de suelo, lluvias intensas, sismos etc.

En el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Piñas 2012, se ilustra la figura No 4.4, Mapa de Riesgos Naturales, y la imagen No 4.5 en el cual se representan por distintos colores los grados de susceptibilidad a los movimientos en masa.

Figura No 4.4 Riesgos Naturales del Cantón Piñas

⁸⁵ El COMERCIO 27/01/2013 página 30



Fuente: Plan de ordenamiento territorial cantonal del gobierno autónomo Descentralizado Municipal de Piñas de la provincia de El Oro

La planta de beneficio La Orquídea se encuentra limitada en dirección W - NW por la loma La Cuchilla, al S – SE por las terrazas aluviales del río calera, y de acuerdo con la ilustraciones destalladas anteriores, el sitio donde se encuentran implantadas las instalaciones industriales, presenta susceptibilidad baja a nula, de amenaza baja.

4.1.2.4- Riesgo por inundaciones

El estudio realizado por F Demorales y R D´ Ercole en el año 2001, revelan, que en los últimos doce años, la mayor frecuencia de inundaciones ocurrió en las provincias de la costa, así por ejemplo en la jurisdicción del Guayas, siendo esta la mas afectada con mas

de 100 inundaciones, en segundo lugar las provincias de Manabí y Los Ríos entre 40 y 100 sucesos y en tercera posición Esmeraldas y El Oro entre 20 y 40 eventos.

Los autores afirman que los eventos hidro-meteorológicos “El Niño”, han generado las inundaciones más graves en el país debido al exceso de precipitaciones como los ocurridos en los periodos (1982-83;1997-1998) generando grandes extensiones de hectáreas inundadas, cientos de personas fallecidas y pérdidas económicas que oscilaron entre 600 a 1500 millones de dólares.

El periodo invernal del presente año, las precipitaciones ya están provocando daños en distintos sitios del país, medios de comunicación informan del “desbordamiento del río Tenguel en la parroquia del mismo nombre, derrumbando un muro de contención, afectando a 250 familias, de igual manera las lluvias ha provocado el crecimiento de los ríos Balao y Gala anegando varios recintos provocando molestias en la ciudadanía.”⁸⁶

“En la provincia de Manabí, en la localidad de Pedernales, durante 10 horas de lluvia, provocaron el colapso de la alcantarilla y afecto a 30 viviendas del sector Brisas del Pacifico donde cinco familias fueron evacuadas.”⁸⁷

Según el Instituto de Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, se puede diferenciar tres tipos de inundaciones: i) inundaciones por precipitaciones extremas, ii) inundaciones por desbordamiento de ríos e iii) inundaciones por taponamiento del drenaje.⁸⁸

⁸⁶ www.eluniverso.com 25/01/2013

⁸⁷ www.eluniverso.com 25/01/2013

⁸⁸ Florent Demorales, Robert Dercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador página 13

Bajo el contexto dado por el INAMHI, y lo diseñado en el mapa de riesgos naturales del cantón Piñas, cabe indicar que las instalaciones de la planta de beneficio la Orquídea se encuentran amenazada por inundaciones que pueden ser causadas por el desbordamiento del río Calera o por taponamiento del cause del mismo río.

4.2.- EVALUACIÓN DE RIESGOS

4.2.1.- Evaluación de riesgo de incendio

4.2.1.1.- Método Gretener

El método Gretener evalúa matemáticamente, con criterios homogéneos, el riesgo de incendio en construcciones industriales y grandes edificios, se basa en el empleo de tablas en las que se relacionan los valores numéricos para los factores de peligro y protección.

El método se desarrolla siguiendo las siguientes etapas que se detallan a continuación de acuerdo a lo descrito en el método.

1.- Identificación del tipo de Edificación

Para la identificación del tipo de edificación existente en las instalaciones industriales de la planta de beneficio La orquídea, se uso el cuadro No 4.6 Tipo de Construcción, propuesta

por el propio método, identificando lo siguiente: Longitud = l; Ancho = b; Área = l x b y la relación longitud-ancho = l / b.

Cuadro No 4.6 TIPO DE CONSTRUCCIÓN

| Tipo de Construcción Compartimentado | A MACIZA (Resistencia al fuego definida) | B MIXTA (Resistencia al fuego variable) | C COMBUSTIBLE (Escasa resistencia al fuego) |
|--|---|--|--|
| Células Locales 30-200m ² | Z | Z ¹ G ² V ³ | V |
| Grandes superficies Plantas separadas entre ellas y > 200m ² | G | G ² V ³ | V |
| Grandes volúmenes Conjunto del edificio, varias plantas unidas | V | V | V |
| 1.-Separaciones entre células y plantas resistentes al fuego. 2.-Separaciones entre plantas resistentes al fuego, entre células insuficientemente resistentes al fuego. 3. -Separaciones entre células y plantas insuficientemente resistentes al fuego. | | | |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

2.- Calculo del Peligro Potencial

El peligro potencial (**P**), se obtiene del producto de los factores (q, c, r, k) de peligro inherente al contenido del compartimento, por el producto de los factores (i, e, g) de peligros inherentes a la edificación como se detalla a continuación.

Ü Carga térmica mobiliaria (Qm) factor (q)

Poder calorífico (Q_m) de todas las materias combustibles en relación a la superficie del compartimento, expresado en MJ / m², se determina mediante el cuadro No 4.7 Carga de incendio mobiliaria.

Cuadro No 4.7 Carga de incendio mobiliaria

| Q_m | MJ/m ² | q | Q_m | MJ/m ² | q | Q_m | MJ/m ² | q |
|-------|-------------------|-----|-------|-------------------|-----|--------|-------------------|-----|
| Hasta | 50 | 0,6 | 401 | 600 | 1,3 | 5001 | 7000 | 2.0 |
| 51 | 75 | 0,7 | 601 | 800 | 1,4 | 7001 | 10000 | 2.1 |
| 76 | 100 | 0,8 | 801 | 1200 | 1.5 | 10001 | 14000 | 2.2 |
| 101 | 150 | 0,9 | 1201 | 1700 | 1,6 | 14001 | 20000 | 2,3 |
| 151 | 200 | 1,0 | 1701 | 2500 | 1,7 | 20001 | 28000 | 2,4 |
| 201 | 300 | 1,1 | 2501 | 3500 | 1,8 | Mas de | 28000 | 2,5 |
| 301 | 400 | 1,2 | 3501 | 5000 | 1,9 | | | |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

Ü Combustibilidad factor (c)

El factor de combustibilidad se determina por intermedio del cuadro No 4.8 Grado de combustibilidad, como se detalla a continuación.

El método señala que:

“Todas las materias sólidas, líquidas y gaseosas se encuentran catalogadas en 6 grados de peligro, 1 a 6 (Catálogo CEA). Habrá que tener en cuenta la materia que tenga el valor de c mayor, sin embargo, ella debe representar al menos el 10 % del conjunto de la carga de incendio Q_m contenida en el compartimento considerado”⁸⁹

Cuadro No 4.8 Grado de Combustibilidad

⁸⁹ Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio página 20

| Grado de combustibilidad – Según CEA | c |
|--------------------------------------|-----|
| 1 | 1,6 |
| 2 | 1,4 |
| 3 | 1,2 |
| 4 | 1,1 |
| 5 | 1,1 |
| 6 | 1,1 |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

Ü Peligro de humo factor (r)

El valor del factor (r) se determina a partir del cuadro No 4.9 propio del método, como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.9

| Clasificación de Materias y Mercancías | Grado | Peligro de humo | r |
|--|-------|-----------------|-----|
| Fu | 3 | Normal | 1,0 |
| | 2 | Medio | 1,1 |
| | 1 | Grande | 1,2 |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

El método indica la siguiente:

“La materia que tenga el valor r mayor, será determinante; sin embargo, debe representar, al menos, la décima parte del conjunto de carga térmica Q_m contenida en el compartimento considerado. Si existen materias fuertemente fumígenas y cuya carga de fuego sea menor del 10 %, se tomará como valor $r = 1,1$ ”⁹⁰

⁹⁰ Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio página 20

Ü Peligro de corrosión factor (k)

El valor del factor (k) se determina a partir del cuadro No 4.10 propuesto por el propio método, como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.10

| Clasificación de Materias y Mercancías | Peligro de corrosión o Toxicidad | k |
|--|----------------------------------|-----|
| Co | Normal | 1.0 |
| | Medio | 1.1 |
| | Grande | 1,2 |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

El método describe lo siguiente:

“La materia que tenga el valor de k mayor, será determinante, sin embargo, debe representar, al menos, la décima parte del conjunto de la carga térmica Qm contenida en el compartimento considerado.

Si existen materias que presentan un gran peligro de corrosión o de toxicidad y su participación en la carga mobiliaria total es inferior al 10 %, se fijará para coeficiente $k = 1,1$.”⁹¹

Ü Carga térmica inmobiliaria factor (i)

El valor del factor, carga térmica inmobiliaria (i), se obtiene del cuadro No 4.11, Carga de incendio inmobiliaria, propia del método, como se detalla a continuación

⁹¹ Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio página 20

Cuadro No 4.11 Carga de incendio inmobiliaria.

| Elementos de fachadas, tejados | Hormigón Ladrillos Metal | Componentes de fachadas Multicapas con capas Exteriores incombustibles | Maderas Materias sintéticas |
|---|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| Estructura portante | Incombustible | Combustible protegida | Combustible |
| Hormigón, ladrillo, acero, Incombustible, Otros metales | 1,0 | 1,05 | 1,1 |
| Construcción en madera -revestida combustible -contrachapada* protegida -maciza* combustible | 1,1 | 1,15 | 1,2 |
| Construcción en madera - ligera combustible | 1,2 | 1,25 | 1,3 |

Fuente: Método de Gretener - Cálculo del riesgo de incendio

ü Nivel de la planta o altura útil del local factor (e)

El factor (e) es el nivel de la planta o altura útil del local, en función al tipo de edificación, el factor se determina mediante los cuadros No 4.12 y 4.13 como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.12 Altura útil del local

| EDIFICIOS DE UN SOLO NIVEL | | | |
|----------------------------|---|---|---------------------------------------|
| Altura del local E** | e | | |
| | Qm Pequeño $\leq 200 \text{ MJ/m}^2$ | Qm Mediano $\leq 1.000 \text{ MJ/m}^2$ | Qm Grande $> 1.000 \text{ MJ/m}^2$ |
| más de 10 m | 1,00 | 1,25 | 1,50 |
| hasta 10 m | 1,00 | 1,15 | 1,30 |
| hasta 7 m | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

** Altura útil, pej.: hasta la cota inferior de un puente grúa, en caso de que exista en la nave.

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Cuadro No 4.13 Altura útil del local

| EDIFICIOS DE VARIAS PLANTAS | | |
|-----------------------------|--|------|
| Planta | E + Cota de la planta Respecto a la Rasante | E |
| Planta 11 y superiores | ≤ 34 m | 2,00 |
| Plantas 8, 9 y 10 | ≤ 25 m | 1,90 |
| Planta 7 | ≤ 22 m | 1,85 |
| Planta 6 | ≤ 19 m | 1,80 |
| Planta 5 | ≤ 16 m | 1,75 |
| Planta 4 | ≤ 13 m | 1,65 |
| Planta 3 | ≤ 10 m | 1,50 |
| Planta 2 | ≤ 7 m | 1,30 |
| Planta 1 | ≤ 4 m | 1,00 |
| Planta baja | | 1,00 |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Ü Dimensión superficial factor (g)

El valor del factor (g), se encuentra en el cuadro No 4.14, esta hoja de calculo relaciona dos parámetros **AB** = l.b y l/b del compartimento y el valor de **Qm**, como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.14 Tamaño del compartimento cortafuego

| I:B Relación longitud/anchura del compartimento cortafuego | | | | | | | | Factor Dimensional |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--------------------|
| 8:1 | 7:1 | 6:1 | 5:1 | 4:1 | 3:1 | 2:1 | 1:1 | g |
| 800 | 770 | 730 | 680 | 630 | 580 | 500 | 400 | 0,4 |
| 1200 | 1150 | 1090 | 1030 | 950 | 870 | 760 | 600 | 0,5 |
| 1600 | 1530 | 1450 | 1370 | 1270 | 1150 | 1010 | 800 | 0,6 |
| 2000 | 1900 | 1800 | 1700 | 1600 | 1450 | 1250 | 1000 | 0,8 |
| 2400 | 2300 | 2200 | 2050 | 1900 | 1750 | 1500 | 1200 | 1,0 |
| 4000 | 3800 | 3600 | 3400 | 3200 | 2900 | 2500 | 2000 | 1,2 |
| 6000 | 5700 | 5500 | 5100 | 4800 | 4300 | 3800 | 3000 | 1,4 |
| 8000 | 7700 | 7300 | 6800 | 6300 | 5800 | 5000 | 4000 | 1,6 |
| 10000 | 9600 | 9100 | 8500 | 7900 | 7200 | 6300 | 5000 | 1,8 |
| 12000 | 11500 | 10900 | 10300 | 9500 | 8700 | 7600 | 6000 | 2,0 |
| 14000 | 13400 | 12700 | 12000 | 11100 | 10100 | 8800 | 7000 | 2,2 |
| 16000 | 15300 | 14500 | 13700 | 12700 | 11500 | 10100 | 8000 | 2,4 |
| 18000 | 17200 | 16400 | 15400 | 14300 | 13000 | 11300 | 9000 | 2,6 |

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 20000 | 19100 | 18200 | 17100 | 15900 | 14400 | 12600 | 10000 | 2,8 |
| 22000 | 21000 | 20000 | 18800 | 17500 | 15900 | 13900 | 11000 | 3,0 |
| 24000 | 23000 | 21600 | 20500 | 18800 | 17300 | 15100 | 12000 | 3,2 |
| 26000 | 24900 | 23600 | 22200 | 20600 | 18700 | 16400 | 13000 | 3,4 |
| 28000 | 26800 | 25400 | 23900 | 22200 | 20200 | 17600 | 14000 | 3,6 |
| 32000 | 30600 | 29100 | 27400 | 25400 | 23100 | 20200 | 16000 | 3,8 |
| 36000 | 34400 | 32700 | 30800 | 38600 | 26000 | 22700 | 18000 | 4,0 |
| 40000 | 38300 | 36300 | 35300 | 31700 | 28800 | 25200 | 20000 | 4,2 |
| 44000 | 42100 | 40000 | 37600 | 34900 | 31700 | 26700 | 22000 | 4,4 |
| 52000 | 49800 | 47200 | 44500 | 41300 | 37500 | 32800 | 26000 | 4,6 |
| 60000 | 57400 | 54500 | 51300 | 47600 | 43300 | 37800 | 30000 | 4,8 |
| 68000 | 65000 | 61800 | 58100 | 5400 | 49000 | 42800 | 34000 | 5,0 |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Mediante la aplicación de la formula $P = (q \cdot c \cdot r \cdot k) \cdot (i \cdot e \cdot g)$, se obtiene el valor del peligro potencial.

3.- Cálculo del factor de protección

El factor de protección (**M**), se obtiene del producto de los factores (N, S, F), tabulados en función de datos técnicos, estadísticos y reglas de prevención de incendio, como se detalla a continuación.

ü Medidas Normales de protección (N)

Se determina mediante el cuadro No 4.15 Cálculo de N (Medidas normales de protección), propio del método .y aplicando la formula $N = (n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 \cdot n_5)$ se obtiene el valor de las medidas de protección.

Cuadro No 4.15 Cálculo de N (Medidas normales de protección)

| Medidas Normales | | | n |
|------------------|---|---|--|
| n ₁ | 10 | Extintores Portátiles | |
| | 11 | Suficientes | 1,00 |
| | 12 | Insuficientes o inexistentes | 0,90 |
| n ₂ | 20 | Hidratantes interiores (BIF) | |
| | 21 | Suficientes | 1,00 |
| | 22 | Insuficientes o inexistentes | 0,80 |
| n ₃ | 30 | Fiabilidad de la aportación de agua*** Condiciones Mínimas de caudal Riesgo alto / mas de 3600 l/min. Riesgo medio / mas de 1800 l/min. Riesgo bajo / mas de 900 l/min. | Reserva de Agua** min. 480 m ³ min. 240 m ³ min. 120 m ³ |
| | | | Presión - Hidratante |
| | | | menos de 2 bar mas de 3 bar mas de 4 bar |
| | 31 | Deposito elevado con reserva de agua para extinción o bombeo de aguas subterráneas, independiente Eléctrica con deposito | 0.70 0.85 1.00 |
| | 32 | Deposito elevado sin reserva de agua para extinción con bombeo de aguas subterráneas, independiente de la red eléctrica con depósito. | 0.65 0.75 0.90 |
| | 33 | Bomba de capa subterránea independiente de la red, sin reserva | 0.60 0.70 0.85 |
| | 34 | Bomba de capa subterránea dependiente de la red, sin reserva | 0,50 0,60 0,70 |
| | 35 | Aguas naturales con sistema de impulsión | 0,50 0,55 0,60 |
| | 40 | Longitud de la manguera de aportación de agua | |
| | 41 | Long. del conducto < 70 m | 1,00 |
| n ₄ | 42 | Long. del conducto 70-100 m (distancia entre el hidratante y la entrada del edificio) | 0,95 |
| | 43 | Long. del conducto >100 m | 0,90 |
| n ₅ | 50 | Personal Instruido | |
| | 51 | Disponible y formado | 1,00 |
| | 52 | Inexistente | 0,80 |
| * | Cuando el caudal sea menor, es necesario reducir los factores 31 a 34 en 0,05 por cada 300 l min. de menos. | | |
| ** | Cuando la reserva sea menor, es necesario reducir los factores 31a 34 en 0,05 por cada 36 m ³ de menos | | |
| *** | Este apartado deberá adaptarse en un futuro a los criterios contenidos en las reglas técnicas RT2-CHE Y RT2 ABA, más acordes a la realidad en España. | | |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Ü Medidas especiales de protección (S)

El cálculo de las medidas especiales se determina mediante el cuadro No 4.16 Cálculo de S (Medidas especiales de protección), propio del método, y mediante la aplicación de la siguiente formula; $S = (s_1 * s_2 * s_3 * s_4 * s_5 * s_6)$

Cuadro No 4.16 Cálculo de S (Medidas especiales de protección)

| Medidas Especiales | | | | | | | | s | | |
|--|--------------------------|------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|------|------|
| Detección | S1 | 10 | Detección del fuego | | | | | | | |
| | | 11 | Vigilancia al menos 2 rondas durante la noche y los días festivos rondas cada 2 horas | | | | | 1,05 | | |
| | | 12 | Inst. detección automática (según RT3 DET) | | | | | 1,10 | | |
| | | 13 | Inst. rociadores automática (según RT1 ROC) | | | | | 1,15 | | |
| Transmisión de la alarma | S2 | 20 | Transmisión de la alarma al puesto de alarma contra el fuego | | | | | 1,20 | | |
| | | 21 | Desde un puesto ocupado permanente (p ej: portería) y teléfono | | | | | 1,05 | | |
| | | 22 | Desde un puesto ocupado permanente (de noche al menos 2 personas) y teléfono | | | | | 1,10 | | |
| | | 23 | Transmisión de la alarma automática por central de detección o de rociadores a puesta de alarma contra el fuego mediante un tele transmisor | | | | | 1,10 | | |
| | | 24 | Transmisión de la alarma automática por central de detección o de sprinkler al puesto de alarma contra el fuego mediante línea telefónica vigilada permanentemente (línea reservada o TUS) | | | | | 1,20 | | |
| Intervención | S3 | 30 | Cuerpo de Bomberos oficiales (SP) y de empresa (SPE) | | | | | | | |
| | | Oficiales SP | | SPE Nivel 1 | SPE Nivel 2 | SPE Nivel 3 | SPE Nivel 4 | SIN SPE | | |
| | | 31 | Campos SP | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,00 | | |
| | | 32 | SP+Alarma simultanea | 1,30 | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,15 | | |
| | | 33 | SP+Alarma simultanea+TP | 1,40 | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,30 | | |
| | | 34 | Centro B* | 1,45 | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,35 | | |
| | | 35 | Centro A* | 1,50 | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,40 | | |
| | | 36 | Centro A+reten | 1,55 | 1,65 | 1,75 | 1,85 | 1,45 | | |
| 37 | SP Profesional | 1,70 | 1,75 | 1,80 | 1,90 | 1,60 | | | | |
| Escalones de intervención | S4 | 40 | Escalones de intervención de los cuerpos locales de bomberos | | | | | | | |
| | | Escalón | Inst. sprinkler | | SPE | | SPE | SPE | SIN | |
| | | Tiempo/distancia | cl. 1 | cl. 2 | Nivel 1 + 2 | | Nivel 3 | Nivel 4 | SPE | |
| | | 41 | E ₁ < 15 min. < 5 Km. | 1,00 | 1,00 | 1,00 | | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| | | 42 | E ₂ < 30 min. > 5 Km. | 1,00 | 0,95 | 0,90 | | 0,95 | 1,00 | 0,80 |
| 43 | E ₃ > 30 min. | 0,95 | 0,90 | 0,75 | | 0,90 | 0,95 | 0,60 | | |
| Instalación de extinción | S5 | 50 | Instalaciones de extinción | | | | | | | |
| | | 51 | Sprinkler cl. 1 (abastecimiento doble) | | | | | 2,00 | | |
| | | 52 | Sprinkler cl. 2 (abastecimiento sencillo o superior) o int. de agua pulverizada | | | | | 1,70 | | |
| | | 53 | Protección automática de extinción por gas (protección local) etc. | | | | | 1,35 | | |
| ECF | S6 | 60 | Instalación de evacuación de humos (ECF) (automática o manual) | | | | | 1,20 | | |
| * O un cuerpo de local de bomberos equipado y formado de la misma manera | | | | | | | | | | |

Ü Medidas de protección estructural

Las medidas de protección estructural inherentes a la edificación, se calcula por medio de la formula $F = (f_1 * f_2 * f_3 * f_4)$, los valores de los factores f_1 al f_4 , se determina mediante el cuadro No 4.17 Cálculo de F (Medidas de protección estructural) como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.17 Cálculo de F (Medidas de protección estructural)

| Medidas Inherentes a la Construcción | | | | | | |
|---|----------------|--|------------------------|----------------------|---------------|------|
| F | | F= f ₁ - f ₂ - f ₃ - f ₄ | | | | f |
| f ₁ | 11 | Estructura portante (elementos portantes paredes, dinteles, pilares) | | | | 1,30 |
| | 12 | F90 y mas | | | | 1,20 |
| | 13 | F30/F60 | | | | 1,00 |
| | 13 | <F30 | | | | 1,00 |
| f ₂ | 21 | Fachadas | | | | 1,15 |
| | 22 | Alturas de las ventanas <2/3 de la altura de la planta | | | | 1,10 |
| | 23 | F90 y mas | | | | 1,10 |
| | 23 | F30/F60 | | | | 1,10 |
| f ₃ | | Suelos y techos** | Numero de pisos | Aberturas verticales | | |
| | | Separación horizontal entre niveles | | Z+G | V | V |
| | | | Ninguna o Obturadas | Protegidas (*) | No protegidas | |
| | 31 | F90 | ≤ 2 | 1,20 | 1,30 | 1,00 |
| | | | >2 | 1,30 | 1,15 | 1,00 |
| | 32 | F30/F60 | ≤ 2 | 1,15 | 1,05 | 1,00 |
| | | | >2 | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| | 33 | <F30 | ≤ 2 | 1,05 | 1,00 | 1,00 |
| | | | >2 | 1,10 | 1,05 | 1,00 |
| | f ₄ | | Superficies de Células | | | |
| | | Corta fuegos provista de tanque F30 puertas cortafuegos | ≥ 10% | < 10% | <5% | |
| | | T30 relación de las superficies AF/AZ | | | | |
| 41 | | AZ < 50m ² | 1,40 | 1,30 | 1,20 | |
| | 42 | AZ < 100m ² | 1,30 | 1,20 | 1,10 | |
| | 43 | AZ ≤ 200m ² | 1,20 | 1,10 | 1,00 | |
| * Aberturas protegidas en su contorno por una instalación de sprinkler reforzada o por una instalación de diluvio | | | | | | |
| ** No valido para las cubiertas | | | | | | |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Mediante la aplicación de la formula $M = N * S * F$, se obtiene el valor del factor de protección de la edificación evaluada.

4.- Cálculo del riesgo de incendio efectivo (R)

El riesgo de incendio efectivo es el resultado del producto del peligro global (B), por un factor (A) denominado como (peligro de activación), como se detalla en la fórmula:

$$R = B * A$$

Donde:

$$B = P / M$$

Para encontrar el valor del factor peligro de activación (A), se determina mediante el cuadro No 4.18 Factores de riesgo de incendio según actividad., propuesto por el método, como se detalla a continuación.

Cuadro No 4.18 Factores de riesgo de incendio según actividad.

| FACTOR A | PELIGRO DE ACTIVACIÓN | EJEMPLOS |
|----------|-----------------------|---|
| 0.85 | Débil | Museos. |
| 1.00 | Normal | Apartamentos, lócales, fabricación de papel. |
| 1.20 | Medio | Fabricación de maquinaria y aparatos. |
| 1.45 | Alto | Laboratorios químicos, talleres de pintura. |
| 1.80 | Muy elevado | Fuegos artificiales, lubricación de barnices y pinturas |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

Mediante la aplicación de la fórmula $R = P/M * A$, se obtiene el valor del riesgo de incendio efectivo

5.- Cálculo del riesgo de incendio aceptado (Ru)

El riesgo de incendio aceptado (Ru), es el resultado del producto del riesgo de incendio normal (Rn = 1.3) por el factor de corrección del riesgo normal (P_{CE}), mediante la fórmula descrita a continuación:

$$R_U = R_n * P_{H,E}$$

El valor del factor de corrección del riesgo normal (P_{H,E}), se obtiene mediante la aplicación del cuadro No 4.19 Clasificación de la exposición al riesgo de las personas, propuesto por el propio método, como a continuación se detalla.

Cuadro No 4.19 Clasificación de la exposición al riesgo de las personas

| NÚMERO DE PERSONAS ACUMULADAS EN EL COMPORTAMIENTO CORTAFUEGO CONSIDERADO | Clasificación de la Exposición al Riesgo de las Personas | | | | | | | | | | | | Valor de P _{HE} | |
|--|--|--------------|--------------|------------------------|--|--------------|--------------|------------------------|--|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|------|
| | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | | |
| | Situación del comportamiento CE considerado | | | | Situación del comportamiento CE considerado | | | | Situación del comportamiento CE considerado | | | | | |
| | Planta baja + 1 ^{er} piso | Pisos 2 4 | Pisos 5 7 | Pisos 8 y super. | Planta baja + 1 ^{er} piso | Pisos 2 5 | Pisos 5 8 | Pisos 8 y super. | Planta baja + 1 ^{er} piso | Pisos 2 6 | Pisos 5 9 | Piso 8 y super. | | |
| | >1000 | ≤30 | ----- | ----- | >1000 | ----- | ----- -- | ----- -- | >1000 | ----- -- | ----- -- | ----- -- | | 1,00 |
| | ----- -- | ≤100 | ----- -- | ----- -- | ----- - | ≤30 | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | | 0,95 |
| | ----- -- | ≤300 | ----- -- | ----- -- | ----- - | ≤100 | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ----- -- | | 0,90 |
| | ----- -- | ≤1000 | ≤30 | ----- -- | ----- - | ≤300 | ----- -- | ----- -- | ----- -- | ≤30 | ----- -- | ----- -- | | 0,85 |
| | ----- -- | >1000 | ≤100 | ----- -- | ----- - | ≤1000 | ≤30 | ----- -- | ----- -- | ≤100 | ----- -- | ----- -- | | 0,80 |
| | ----- -- | ----- | ≤300 | ----- -- | ----- - | >1000 | ≤100 | ----- -- | ----- -- | ≤300 | ----- -- | ----- -- | | 0,75 |
| | | ≤1000 | ≤30 | | | ≤300 | | | ≤1000 | ≤30 | | 0,70 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | -- | -- | | | - | -- | | -- | -- | | | -- | |
| | ----- | ----- | >1000 | ≤100 | ----- | ----- | ≤1000 | ≤30 | ----- | >1000 | ≤100 | ----- | 0,65 |
| | -- | -- | | | - | -- | | | -- | | | -- | |
| | ----- | ----- | | ≤300 | ----- | ----- | >1000 | ≤100 | ----- | ----- | ≤300 | ----- | 0,60 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | | | -- | -- | | -- | |
| | ----- | ----- | | ≤1000 | ----- | ----- | | ≤300 | ----- | ----- | ≤1000 | ≤30 | 0,55 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | -- | | -- | -- | | -- | |
| | ----- | ----- | | >1000 | ----- | ----- | | ≤1000 | ----- | ----- | >1000 | ≤100 | 0,50 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | -- | | -- | -- | | -- | |
| | ----- | ----- | | | ----- | ----- | | >1000 | ----- | ----- | | ≤300 | 0,45 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | -- | | -- | -- | | -- | |
| | ----- | ----- | | | ----- | ----- | | | ----- | ----- | | ≤1000 | 0,45 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | -- | | -- | -- | | -- | |
| | ----- | ----- | | | ----- | ----- | | | ----- | ----- | | >1000 | 0,10 |
| | -- | -- | -- | | - | -- | -- | | -- | -- | | -- | |

Fuente: Método de Gretener – Cálculo del riesgo de incendio

6.- Seguridad contra el incendio

La seguridad contra el incendio es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo de incendio (R) no sea superior al riesgo de incendio aceptado (Ru), o bien expresado en función de $Y = R_u/R$.

Si el valor de Y es < 1 , la edificación o el compartimento cortafuego está insuficientemente protegido contra el incendio, debiendo adoptar medidas de protección en función de la carga de incendio.

7.- Resultado de la Evaluación

Los resultados de la evaluación mediante la aplicación del método Gretener, se detalla en las tablas a continuación descritas, en estas, se adjunto las recomendaciones de ajuste a los factores de riesgo para mejorar la seguridad contra el incendio.

| Tabla No 4.3 HOJA DE CÁLCULO GRETENER No 1 | | | |
|---|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| EDIFICIO: PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA PARTE DEL EDIFICIO: OFICINA-ADMINISTRATIVA TIPO DE EDIFICIO: Z TIPO DE CONSTRUCCIÓN: MACIZA No DE PISOS: 1 ANCHO: 6,75 m LARGO: 6,75m AB = 45,56 m ² RELACIÓN L/B ; 1:1 | | | |
| DETALLE | NOMENCLATURA | GRETENER | AJUSTE |
| CARGA TERMICA MOBILIARIA | QM | 2500 MJ/m² | 2500 MJ/m² |
| Carga térmica mobiliaria | q | 1,7 | 1,7 |
| Combustibilidad | c | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de Humos | r | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de corrosión | k | 1,0 | 1,0 |
| Carga térmica inmobiliaria | i | 1,0 | 1,0 |
| Nivel de la planta | e | 1,0 | 1,0 |
| Superficie del comportamiento | g | 1,2 | 1,2 |
| PELIGRO POTENCIAL | P | 2,47 | 2,47 |
| Extintores portátiles | n 1 | 0,90 | 1,00 |
| Hidrantes interiores | n 2 | 0,80 | 1,00 |
| Fuentes de agua fiabilidad | n 3 | 0,50 | 0,85 |
| Conductos de transporte de agua | n 4 | 0,90 | 1,00 |
| Personal instruido en extinción | n 5 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS NORMALES | N | 0,32 | 0,85 |
| Detección de fuego | s 1 | 1,05 | 1,05 |
| Transmisión de alarma | s 2 | 1,05 | 1,05 |
| Disponibilidad de bomberos | s 3 | 1,60 | 1,60 |
| Tiempo de intervención | s 4 | 0,60 | 0,60 |
| Instalación de extinción | s 5 | 1,00 | 1,70 |
| Instalación de evacuación de humo | s 6 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS ESPECIALES | S | 1,06 | 1,79 |
| Estructura portante | f1 | 1,00 | 1,00 |
| Fachada | f 2 | 1,00 | 1,00 |
| Forjados | f 3 | 1,05 | 1,05 |
| Dimensiones de la célula | f 4 | 1,20 | 1,20 |
| MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN | F | 1,26 | 1,26 |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | M= N x S x F | 0,43 | 1,92 |
| EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO | B= P/M | 5,74 | 1,29 |
| PELIGRO DE ACTIVACIÓN | A | 0,85 | 0,85 |
| RIESGO INCENDIO EFECTIVO | R= B x A | 4,88 | 1,09 |
| RIESGO INCENDIO ACEPTADO | Ru = Rn x Phe | 1,30 | 1,30 |
| SEGURIDAD CONTRA INCENDIO | Y = Ru / R | 0,27 | 1,19 |
| | | riesgo no aceptable | riesgo aceptable |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
 Realizado por: Verónica Quijano

| Tabla No 4.4 HOJA DE CÁLCULO GRETENER No 2 | | | |
|--|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| EDIFICIO: PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUIDEA PARTE DEL EFIFICIO: LABORATORIO DE ADSORCIÓN TIPO DE EDIFICIO: Z TIPO DE CONSTRUCCIÓN: MACIZA No DE PISOS: 1 ANCHO: 3.75 m LARGO: 6.25 m AB = 23.44 m ² RELACIÓN L/B ; 2:1 | | | |
| DETALLE | NOMENCLATURA | GRETENER | AJUSTE |
| CARGA TERMICA MOBILIARIA | QM | 3500 MJ/m² | 3500 MJ/m² |
| Carga térmica mobiliaria | q | 1,8 | 1,8 |
| Combustibilidad | c | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de Humos | r | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de corrosión | k | 1,0 | 1,0 |
| Carga térmica inmobiliaria | i | 1,0 | 1,0 |
| Nivel de la planta | e | 1,0 | 1,0 |
| Superficie del comportamiento | g | 1,2 | 1,2 |
| PELIGRO POTENCIAL | P | 2,61 | 2,61 |
| Extintores portátiles | n 1 | 1,00 | 1,00 |
| Hidrantes interiores | n 2 | 0,80 | 1,00 |
| Fuentes de agua fiabilidad | n 3 | 0,50 | 1,00 |
| Conductos de transporte de agua | n 4 | 0,90 | 1,00 |
| Personal instruido en extinción | n 5 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS NORMALES | N | 0,32 | 1,00 |
| Detección de fuego | s 1 | 1,05 | 1,05 |
| Transmisión de alarma | s 2 | 1,05 | 1,05 |
| Disponibilidad de bomberos | s 3 | 1,60 | 1,60 |
| Tiempo de intervención | s 4 | 0,60 | 0,80 |
| Instalación de extinción | s 5 | 1,00 | 2,00 |
| Instalación de evacuación de humo | s 6 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS ESPECIALES | S | 1,06 | 2,82 |
| Estructura portante | f1 | 1,00 | 1,00 |
| Fachada | f 2 | 1,00 | 1,00 |
| Forjados | f 3 | 1,05 | 1,05 |
| Dimensiones de la célula | f 4 | 1,20 | 1,20 |
| MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN | F | 1,26 | 1,26 |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | M= N x S x F | 0,43 | 3,55 |
| EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO | B= P/M | 6,07 | 0,74 |
| PELIGRO DE ACTIVACIÓN | A | 1,45 | 1,45 |
| RIESGO INCENDIO EFECTIVO | R= B x A | 8,80 | 1,07 |
| RIESGO INCENDIO ACEPTADO | Ru = Rn x Phe | 1,30 | 1,30 |
| SEGURIDAD CONTRA INCENDIO | Y = Ru / R | 0,15 | 1,21 |
| | | riesgo no aceptable | riesgo aceptable |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Realizado por: Verónica Quijano

| Tabla No 4.5 HOJA DE CÁLCULO GRETENER No 3 | | | |
|--|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| EDIFICIO: PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUIDEA PARTE DEL EFIFICIO: COMEDOR / COCINA TIPO DE EDIFICIO: Z ¹ TIPO DE CONSTRUCCIÓN: MIXTA No DE PISOS: 2 ANCHO: 7,50m LARGO: 8,75m AB: 131,26 m ² RELACIÓN L:B = 1:1 | | | |
| DETALLE | NOMENCLATURA | GRETENER | AJUSTE |
| CARGA TERMICA MOBILIARIA | QM | 400 MJ/m² | 400 MJ/m² |
| Carga térmica mobiliaria | q | 1,2 | 1,2 |
| Combustibilidad | c | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de Humos | r | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de corrosión | k | 1,0 | 1,0 |
| Carga térmica inmobiliaria | i | 1,0 | 1,0 |
| Nivel de la planta | e | 1,3 | 1,3 |
| Superficie del comportamiento | g | 0,4 | 0,4 |
| PELIGRO POTENCIAL | P | 0,75 | 0,75 |
| Extintores portátiles | n 1 | 0,90 | 1,00 |
| Hidrantes interiores | n 2 | 0,80 | 0,80 |
| Fuentes de agua fiabilidad | n 3 | 0,50 | 0,50 |
| Conductos de transporte de agua | n 4 | 0,90 | 0,90 |
| Personal instruido en extinción | n 5 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS NORMALES | N | 0,32 | 0,36 |
| Detección de fuego | s 1 | 1,05 | 1,05 |
| Transmisión de alarma | s 2 | 1,05 | 1,05 |
| Disponibilidad de bomberos | s 3 | 1,60 | 1,60 |
| Tiempo de intervención | s 4 | 0,60 | 0,60 |
| Instalación de extinción | s 5 | 1,00 | 1,70 |
| Instalación de evacuación de humo | s 6 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS ESPECIALES | S | 1,06 | 1,79 |
| Estructura portante | f1 | 1,00 | 1,00 |
| Fachada | f 2 | 1,00 | 1,00 |
| Forjados | f 3 | 1,05 | 1,05 |
| Dimensiones de la célula | f 4 | 1,20 | 1,20 |
| MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN | F | 1,26 | 1,26 |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | M= N x S x F | 0,43 | 0,81 |
| EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO | B= P/M | 1,74 | 0,93 |
| PELIGRO DE ACTIVACIÓN | A | 1 | 1 |
| RIESGO INCENDIO EFECTIVO | R= B x A | 1,74 | 0,93 |
| RIESGO INCENDIO ACEPTADO | Ru = Rn x Phe | 1,30 | 1,30 |
| SEGURIDAD CONTRA INCENDIO | Y = Ru / R | 0,75 | 1,40 |
| | | riesgo no aceptable | 1 riesgo aceptable |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Realizado por. Verónica Quijano

| Tabla No 4.6 HOJA DE CÁLCULO GREENER No 4 | | | |
|---|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| EDIFICIO: PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA PARTE DEL EDIFICIO: TALLER TIPO DE EDIFICIO: Z' TIPO DE CONSTRUCCIÓN: MIXTA No DE PISOS: 1 ANCHO: 7,50m LARGO: 8,75m AB: 65,63 m ² RELACIÓN L:B , 1:1 | | | |
| DETALLE | NOMENCLATURA | GREENER | AJUSTE |
| CARGA TERMICA MOBILIARIA | QM | 3500 MJ/m² | 3500 MJ/m² |
| Carga térmica mobiliaria | q | 1,8 | 1,8 |
| Combustibilidad | c | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de Humos | r | 1,0 | 1,0 |
| Peligro de corrosión | k | 1,0 | 1,0 |
| Carga térmica inmobiliaria | i | 1,0 | 1,0 |
| Nivel de la planta | e | 1,0 | 1,0 |
| Superficie del comportamiento | g | 1,2 | 1,2 |
| PELIGRO POTENCIAL | P | 2,37 | 2,37 |
| Extintores portátiles | n 1 | 0,90 | 1,00 |
| Hidrantes interiores | n 2 | 0,80 | 1,00 |
| Fuentes de agua fiabilidad | n 3 | 0,50 | 1,00 |
| Conductos de transporte de agua | n 4 | 0,90 | 1,00 |
| Personal instruido en extinción | n 5 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS NORMALES | N | 0,32 | 1,00 |
| Detección de fuego | s 1 | 1,05 | 1,05 |
| Transmisión de alarma | s 2 | 1,05 | 1,05 |
| Disponibilidad de bomberos | s 3 | 1,60 | 1,60 |
| Tiempo de intervención | s 4 | 0,60 | 0,60 |
| Instalación de extinción | s 5 | 1,00 | 2,00 |
| Instalación de evacuación de humo | s 6 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS ESPECIALES | S | 1,06 | 2,12 |
| Estructura portante | f1 | 1,00 | 1,00 |
| Fachada | f 2 | 1,00 | 1,00 |
| Forjados | f 3 | 1,05 | 1,05 |
| Dimensiones de la célula | f 4 | 1,20 | 1,20 |
| MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN | F | 1,26 | 1,26 |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | M= N x S x F | 0,43 | 2,67 |
| EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO | B= P/M | 5,51 | 0,89 |
| PELIGRO DE ACTIVACIÓN | A | 1,45 | 1,45 |
| RIESGO INCENDIO EFECTIVO | R= B x A | 7,99 | 1,29 |
| RIESGO INCENDIO ACEPTADO | Ru = Rn x Phe | 1,30 | 1,30 |
| SEGURIDAD CONTRA INCENDIO | Y = Ru / R | 0,16 | 1,01 |
| | | riesgo no aceptable | riesgo aceptable |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Realizado por: Verónica Quijano

| Tabla No 4.7 HOJA DE CÁLCULO GRETENER No 5 | | | |
|---|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| EDIFICIO: PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA PARTE DEL EFIFICIO: TRANSFORMADOR DE ENERGIA TIPO DE EDIFICIO: Z ¹ TIPO DE CONSTRUCCIÓN: MIXTA No DE PISOS: 2 ANCHO: 3,75m LARGO: 8,75m AB: 32.81 m ² RELACIÓN L:B = 2:1 | | | |
| DETALLE | NOMENCLATURA | GRETENER | AJUSTE |
| CARGA TERMICA MOBILIARIA | QM | 2500 MJ/m² | 2500 MJ/m² |
| Carga térmica mobiliaria | q | 1,7 | 1,7 |
| Combustibilidad | c | 1,1 | 1,1 |
| Peligro de Humos | r | 1,0 | 1,0 |
| Peligro de corrosión | k | 1,0 | 1,0 |
| Carga térmica inmobiliaria | i | 1,0 | 1,0 |
| Nivel de la planta | e | 1,0 | 1,0 |
| Superficie del comportamiento | g | 1,2 | 1,2 |
| PELIGRO POTENCIAL | P | 2,24 | 2,24 |
| Extintores portátiles | n 1 | 0,90 | 1,00 |
| Hidrantes interiores | n 2 | 0,80 | 1,00 |
| Fuentes de agua fiabilidad | n 3 | 0,50 | 1,00 |
| Conductos de transporte de agua | n 4 | 0,90 | 1,00 |
| Personal instruido en extinción | n 5 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS NORMALES | N | 0,32 | 1,00 |
| Detección de fuego | s 1 | 1,05 | 1,05 |
| Transmisión de alarma | s 2 | 1,05 | 1,05 |
| Disponibilidad de bomberos | s 3 | 1,60 | 1,60 |
| Tiempo de intervención | s 4 | 0,60 | 0,60 |
| Instalación de extinción | s 5 | 1,00 | 2,00 |
| Instalación de evacuación de humo | s 6 | 1,00 | 1,00 |
| MEDIDAS ESPECIALES | S | 1,06 | 2,12 |
| Estructura portante | f1 | 1,00 | 1,00 |
| Fachada | f 2 | 1,00 | 1,00 |
| Forjados | f 3 | 1,05 | 1,05 |
| Dimensiones de la célula | f 4 | 1,20 | 1,20 |
| MEDIDAS CONSTRUCTIVAS DE PROTECCIÓN | F | 1,26 | 1,26 |
| FACTORES DE PROTECCIÓN | M= N x S x F | 0,43 | 2,67 |
| EXPOSICIÓN AL RIESGO DE INCENDIO | B= P/M | 5,21 | 0,84 |
| PELIGRO DE ACTIVACIÓN | A | 1,20 | 1,20 |
| RIESGO INCENDIO EFECTIVO | R= B x A | 6,25 | 1,01 |
| RIESGO INCENDIO ACEPTADO | Ru = Rn x Phe | 1,30 | 1,30 |
| SEGURIDAD CONTRA INCENDIO | Y = Ru / R | 0,21 | 1,29 |
| | | riesgo no aceptable | riesgo aceptable |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Realizado por. Verónica Quijano

4.2.1.2.- Método Frame⁹²

“FRAME significa Fire Risk Assessment Method for Engineering. Es un método COMPLETO, TRANSPARENTE y PRÁCTICO para calcular el riesgo de incendios en edificios, combinando la potencial severidad, la probabilidad y la exposición al riesgo de incendios.

“FRAME” es desarrollado del método establecido por M. Gretener, ingeniero suizo, en los años 70, y de otros métodos similares: ERIC (Evaluation du Riesgo d’Incendie par le Calculé), un método desarrollado en Francia por SARAT y CLUZEL; las normas alemanes DIN 18230 y austriacos TRBV100; las tarifas de los aseguradores contra el incendio, y otros.

Permite a las autoridades, directivos de industria y a los consejeros en materia de prevención de incendios, examinar las construcciones existentes o futuras, bajo el ángulo del peligro de incendio y de las medidas de protección adecuadas a prescribir o cuando menos a recomendar.

Diferente de los códigos de construcción y de los preceptos de la ley que son orientados hacia la seguridad de las personas, “FRAME” busca también la protección del patrimonio y de las actividades. Este método permita juzgar de manera uniforme diferentes casos, constituya una guía práctica para examinar riesgos y conceptos de protección, y ayuda a comparar soluciones alternativas. “

El método se desarrolla mediante las siguientes definiciones y formulas propias de la inventiva del autor de FRAME, las mismas que se describen a continuación:

1.- Riesgo para el patrimonio

El riesgo para el patrimonio R es por definición:

⁹² Frame 2011 Manual del usuario página 3

$$R = P / (A * D)$$

Donde:

P = Riesgo Potencial

A = Riesgo Admisible

D = Nivel de Protección

El Riesgo Potencial P es por definición:

$$P = q * i * g * e * v * z$$

En eso es q el factor de carga calorífica, i es el factor de propagación, g es el factor de geometría, e es el factor de plantas, v es el factor de ventilación, z es el factor de acceso.

El Riesgo Admisible es por definición:

$$A = 1.6 - a - t - c$$

En eso es 1.6 el valor máximo de A, a es el factor de activación, t es el factor de tiempo de evacuación, c es el factor de contenido.

El nivel de protección D es por definición

$$D = W * N * S * F$$

En eso es W el factor de los recursos de agua, N es el factor de protección normal, S es el factor de protección especial, F es el factor de resistencia al fuego.

2.-Riesgo para las personas

El riesgo para las personas R1 es por definición:

$$R1 = P1 / (A1 * D1)$$

Donde:

P1 = Riesgo Potencial

A1 = Riesgo Admisible

D1 = Nivel de Protección

El Riesgo Potencial P1 es por definición:

$$P1 = q * i * e * v * z$$

En eso es q el factor de carga calorífica, i es el factor de propagación, e es el factor de plantas, v es el factor de ventilación, z es el factor de acceso.

El Riesgo Admisible A1 es por definición:

$$A1 = 1.6 - a - t - r$$

En eso es 1.6 el valor máximo de A1, a es el factor de activación, t es el factor de tiempo de evacuación, r es el factor de ambiente.

El nivel de protección D1 es por definición:

$$D1 = N * U$$

En eso es N el factor de protección normal y U es el factor de escape.

3.-Riesgo para las actividades

El riesgo para las actividades R2 es por definición:

$$R2 = P2 / (A2 * D2)$$

Donde:

R2 = Riesgo Potencial

A2 = Riesgo Admisible

D2 = Nivel de Protección

El Riesgo Potencial P2 es por definición:

$$P2 = i * g * e * v * z$$

En eso i el factor de propagación, g es el factor de geometría, e es el factor de plantas, v es el factor de ventilación, z es el factor de acceso.

El Riesgo Admisible A2 es por definición:

$$A2 = 1.6 - a - c - d$$

En eso es 1.6 el valor máximo de A2, a es el factor de activación, c es el factor de contenido, d es el factor de dependencia.

El nivel de protección D2 es por definición:

$$D2 = W * N * S * Y$$

En eso es W el factor de los recursos de agua, N es el factor de protección normal, S es el factor de protección especial, Y es el factor de salvamento.

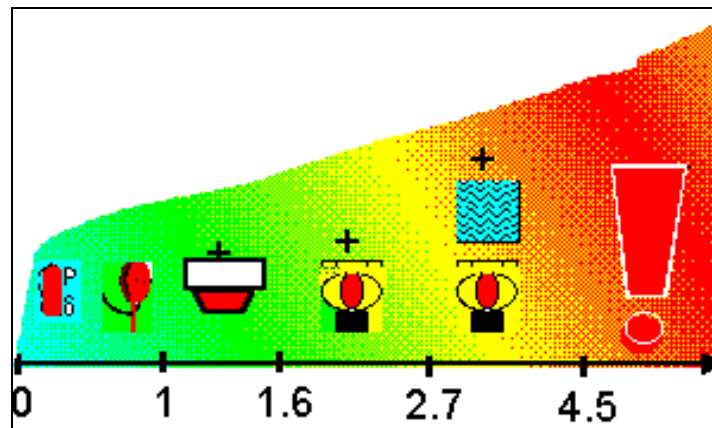
4.- Riesgo Inicial

Se calcula el valor de orientación Ro (Riesgo Inicial) con los valores de P, A y la resistencia al fuego estructural Fo, para buscar la protección más adecuada, proveyendo en primer lugar la protección al patrimonio, luego verificar si se necesitan medidas complementarias para proteger a las personas y finalmente a las actividades.⁹³ Ro, nos ofrecerá una orientación a la protección que el compartimento necesita.

Los valores de orientación Ro, son los que se detallan en la Figura 4.6 Escala de orientación de la protección.

⁹³ Frame 2011 Manual del usuario página 13

Figura 4.6 Escala de Orientación de Protección



Fuente: Frame 2011 Manual del usuario

Detallando su significado a continuación:

| Ro | de | hasta | |
|-----|----|-------|---|
| 0 | | 1 | basta una protección manual. |
| 1 | | 1.6 | sistema automático de detección y alarma. |
| 1.6 | | 2.7 | proteger con un sistema de rociadores. |
| 2.7 | | 4.5 | rociadores con recursos de agua de alta calidad |
| 4.5 | | | Demasiado peligroso: reducir el riesgo. |

El cálculo se realiza mediante las siguientes formulas:

$$Ro = P/(A*Fo)$$

Donde:

Ro = Riesgo Inicial

P = Riesgo potencial al patrimonio

A= Riesgo admisible a las personas

Fo= Resistencia al fuego estructural

La resistencia al fuego estructural es por definición del método

$$Fo= 1+f_s/100-f_s^{2,5}/10^6$$

5.- Resultado de la evaluación

A continuación se detalla los resultados de la evaluación realizadas en la oficina administrativa, laboratorio de adsorción, comedor cocina, taller y trasformador de energía.

HOJA DE CÁLCULO FRAME No 1

Sujeto de Análisis:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Identificación del edificio | Planta de Beneficio La Orquídea |
| Ubicación | Piñas |
| Dirección | Punte Buza Km. 6 1/2 |
| Ciudad- País | Piñas- Ecuador |

Identificación del compartimento y del uso/ actividades presentes

| |
|--|
| El lugar a evaluar es la oficina administrativa de 45,56m² |
|--|

Autor del cálculo

| |
|--|
| |
|--|

Fecha del análisis:

30 de Enero del 2013

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios del caso de referencia

Análisis de riesgos de incendio para una empresa minera dedicada al beneficio de minerales metálicos.

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 1.

La variante 1 es por lo general la mejor propuesta mediante detección automática

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 2

La Variante 2 puede ser usada para una propuesta alternativa.

| Riesgo para | | Referencia | Variante 1 | Variante 2 |
|---------------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Bienes | R | 1,82 | 0,61 | 0,32 |
| Personas | R1 | 4,16 | 0,91 | 0,91 |
| Actividades | R2 | 2,14 | 0,71 | 0,37 |
| | | | | |
| Riesgo Potencial | P | 1,59 | 1,59 | 1,59 |
| | P1 | 3,99 | 3,99 | 3,99 |
| | P2 | 1,35 | 1,35 | 1,35 |
| | | | | |
| Riesgo Admisible | A | 1,46 | 1,46 | 1,46 |
| | A1 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| | A2 | 1,17 | 1,77 | 1,17 |
| | | | | |
| Nivel de protección | D | 0,60 | 1,35 | 3,44 |
| | D1 | 0,88 | 1,77 | 4,04 |
| | D2 | 0,54 | 1,62 | 0,37 |
| | Fo | 1,57 | | |
| | Ro | 0,69 | | |

Fuente: Frame 2011 Manual del usuario.

HOJA DE CÁLCULO FRAME No 2

Sujeto de Análisis:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Identificación del edificio | Planta de Beneficio La Orquídea |
| Ubicación | Piñas |
| Dirección | Punte Buza Km. 6 1/2 |
| Ciudad- País | Piñas- Ecuador |

Identificación del compartimento y del uso/ actividades presentes

| |
|--|
| El lugar a evaluar es el laboratorio de adsorción de 23,44m ² |
|--|

Autor del cálculo

| |
|--|
| |
|--|

Fecha del análisis:

30 de Enero del 2013

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios del caso de referencia

| |
|---|
| Análisis de riesgos de incendio para una empresa minera dedicada al beneficio de minerales metálicos. |
|---|

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 1.

| |
|--|
| La variante 1 es por lo general la mejor propuesta mediante detección automática |
|--|

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 2

| |
|---|
| La Variante 2 puede ser usada para una propuesta alternativa. |
|---|

| Riesgo para | | Referencia | Variante 1 | Variante 2 |
|---------------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Bienes | R | 0,93 | 0,36 | 0,04 |
| Personas | R1 | 4,12 | 0,90 | 0,25 |
| Actividades | R2 | 1,10 | 0,43 | 0,05 |
| | | | | |
| Riesgo Potencial | P | 0,75 | 0,75 | 0,16 |
| | P1 | 3,95 | 3,95 | 0,82 |
| | P2 | 0,64 | 0,64 | 0,13 |
| | | | | |
| Riesgo Admisible | A | 1,35 | 1,35 | 1,15 |
| | A1 | 1,09 | 1,09 | 1,04 |
| | A2 | 1,06 | 1,06 | 0,86 |
| | | | | |
| Nivel de protección | D | 0,60 | 1,53 | 3,44 |
| | D1 | 0,88 | 4,04 | 3,17 |
| | D2 | 0,55 | 1,40 | 3,14 |
| | Fo | 1,57 | | |
| | Ro | 0,69 | | |

Fuente: Frame 2011 Manual del usuario.

HOJA DE CÁLCULO FRAME No 3

Sujeto de Análisis:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Identificación del edificio | Planta de Beneficio La Orquídea |
| Ubicación | Piñas |
| Dirección | Punte Buza Km. 6 1/2 |
| Ciudad- País | Piñas- Ecuador |

Identificación del compartimento y del uso/ actividades presentes

| |
|---|
| El lugar a evaluar es el área de comedor cocina de 65,63 m² |
|---|

Autor del cálculo

| |
|--|
| |
|--|

Fecha del análisis:

30 de Enero del 2013

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios del caso de referencia

Análisis de riesgos de incendio para una empresa minera dedicada al beneficio de minerales metálicos.

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 1.

La variante 1 es por lo general la mejor propuesta mediante detección automática

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 2

La Variante 2 puede ser usada para una propuesta alternativa.

| Riesgo para | | Referencia | Variante 1 | Variante 2 |
|---------------------|----|------------|------------|------------|
| Bienes | R | 1,47 | 0,58 | 0,20 |
| Personas | R1 | 3,30 | 0,92 | 0,43 |
| Actividades | R2 | 1,75 | 0,69 | 0,24 |
| | | | | |
| Riesgo Potencial | P | 1,37 | 1,37 | 1,37 |
| | P1 | 2,79 | 2,79 | 2,79 |
| | P2 | 1,24 | 1,24 | 1,24 |
| | | | | |
| Riesgo Admisible | A | 1,55 | 1,55 | 1,55 |
| | A1 | 0,96 | 0,96 | 0,96 |
| | A2 | 1,29 | 1,29 | 1,29 |
| | | | | |
| Nivel de protección | D | 0,60 | 1,53 | 4,47 |
| | D1 | 0,88 | 3,15 | 6,70 |
| | D2 | 0,55 | 1,40 | 4,07 |
| | Fo | 1,57 | | |
| | | | | |
| | | Ro | 0,56 | |

Fuente: Frame 2011 Manual del usuario.

HOJA DE CÁLCULO FRAME No 4

Sujeto de Análisis:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Identificación del edificio | Planta de Beneficio La Orquídea |
| Ubicación | Piñas |
| Dirección | Punte Buza Km. 6 1/2 |
| Ciudad- País | Piñas- Ecuador |

Identificación del compartimento y del uso/ actividades presentes

| |
|---|
| El lugar a evaluar es el área de taller de 65, 63m ² |
|---|

Autor del cálculo

| |
|--|
| |
|--|

Fecha del análisis:

30 de Enero del 2013

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios del caso de referencia

Análisis de riesgos de incendio para una empresa minera dedicada al beneficio de minerales metálicos.

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 1.

| |
|------|
| ---- |
|------|

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 2

| |
|------|
| ---- |
|------|

| Riesgo para | | Referencia | Variante 1 | Variante 2 |
|---------------------|-----------|-------------|------------|------------|
| Bienes | R | 0,43 | ---- | ---- |
| Personas | R1 | 0,71 | ---- | ---- |
| Actividades | R2 | 0,77 | ---- | ---- |
| | | | ---- | ---- |
| Riesgo Potencial | P | 0,36 | ---- | ---- |
| | P1 | 0,74 | ---- | ---- |
| | P2 | 0,46 | ---- | ---- |
| | | | ---- | ---- |
| Riesgo Admisible | A | 1,38 | ---- | ---- |
| | A1 | 1,19 | ---- | ---- |
| | A2 | 1,04 | ---- | ---- |
| | | | ---- | ---- |
| Nivel de protección | D | 0,60 | ---- | ---- |
| | D1 | 0,88 | ---- | ---- |
| | D2 | 0,55 | ---- | ---- |
| | Fo | 1,57 | ---- | ---- |
| | Ro | 0,17 | ---- | ---- |

Fuente: Frame 2011 Manual del usuario.

HOJA DE CÁLCULO FRAME No 5

Sujeto de Análisis:

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Identificación del edificio | Planta de Beneficio La Orquídea |
| Ubicación | Piñas |
| Dirección | Punte Buza Km. 6 1/2 |
| Ciudad- País | Piñas- Ecuador |

Identificación del compartimento y del uso/ actividades presentes

| |
|--|
| El lugar a evaluar es el transformador de energía de 32,81m² |
|--|

Autor del cálculo

| |
|--|
| |
|--|

Fecha del análisis:

30 de Enero del 2013

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios del caso de referencia

Análisis de riesgos de incendio para una empresa minera dedicada al beneficio de minerales metálicos.

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 1.

La variante 1 es por lo general la mejor propuesta mediante detección automática

Descripción del concepto de la seguridad contra incendios de la variante 2

La Variante 2 puede ser usada para una propuesta alternativa.

| Riesgo para | | Referencia | Variante 1 | Variante 2 |
|---------------------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Bienes | R | 0,64 | 0,25 | 0,25 |
| Personas | R1 | 1,77 | 0,98 | 0,76 |
| Actividades | R2 | 0,58 | 0,23 | 0,23 |
| | | | | |
| Riesgo Potencial | P | 0,38 | 0,38 | 0,38 |
| | P1 | 1,71 | 1,71 | 1,71 |
| | P2 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| | | | | |
| Riesgo Admisible | A | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| | A1 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| | A2 | 0,69 | 0,69 | 0,69 |
| | | | | |
| Nivel de protección | D | 0,60 | 1,53 | 1,53 |
| | D1 | 0,88 | 1,59 | 2,03 |
| | D2 | 0,55 | 1,40 | 1,40 |
| | Fo | 1,75 | | |
| | Ro | 0,25 | | |

Fuente: Frame 2011 Manual del usuario.

4.2.2.- Evaluación de riesgo de Fuego y Explosión

4.2.2.1.- Método Índice de Dow

El Índice DOW de Fuego y Explosión (IFE) permite jerarquizar los riesgos asociados a incendios y explosiones de diferentes unidades. El método se puede aplicar tanto a unidades aisladas (bomba, compresor, tanque de almacenamiento, reactor), como a agrupaciones de unidades de proceso que representen una determinada unidad funcional. Las unidades se seleccionan de acuerdo a su impacto potencial, debido al tipo de materiales que procesan, la cantidad de compuestos peligrosos (presión, temperatura, pH), historial de problemas de seguridad, etc.⁹⁴

El método se basa en la asignación de penalizaciones, en función de las sustancias peligrosas presentes y de las condiciones propias del proceso, lo cual conlleva a la determinación de un índice de riesgo (IFE), para la unidad del proceso analizado.

El método se desarrolla siguiendo las siguientes fases que se detallan a continuación:

1.- Dividir el área industrial en unidades de proceso.

2.- Determinar el factor material (**FM**)

⁹⁴ C Menéndez Gutiérrez 2007 Análisis de Riesgo en la Industria de Procesos

Identificada la unidad de proceso a analizar, luego se debe determinar la peligrosidad intrínseca de los materiales presentes, el método se apoya en los números Nf de incendio, Nr de reactividad o St en caso de polvos de la NFPA (National Fire Protection Association) y en función de ellos se calcula un factor FM de 1 a 40, ello implica que en función de MF el índice Dow de fuego y explosión puede aumentar 40 veces su valor.⁹⁵

El factor material se deriva de la Tabla No 1 **Material Factor Determination Guide.**, y Cuadro No 4.20 **Material Factor Temperature Adjustment**, establecidas por el método, detalladas a continuación.

Cuadro 4.20 Factor Material - Ajuste de Temperatura

| TABLE 1 MATERIAL FACTOR DETERMINATION GUIDE | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Liquids & Gases Flammability or Combustibility ¹ | NFPA 325M or 49 | Reactivity or Instability | | | | |
| | | N _R = 0 | N _R = 1 | N _R = 2 | N _R = 3 | N _R = 4 |
| Non-combustible ² | N _F = 0 | 1 | 14 | 24 | 29 | 40 |
| F.P. > 200 °F (> 93.3 °C) | N _F = 1 | 4 | 14 | 24 | 29 | 40 |
| F.P. > 100 °F (> 37.8 °C) < 200 °F (< 93.3 °C) | N _F = 2 | 10 | 14 | 24 | 29 | 40 |
| F.P. ≥ 73 °F (≥ 22.8 °C) < 100 °F (< 37.8 °C) or F.P. < 73 °F (< 22.8 °C) & B.P. ≥ 100 °F (≥ 37.8 °C) | N _F = 3 | 16 | 16 | 24 | 29 | 40 |
| F.P. < 73 °F (< 22.8 °C) & B.P. < 100 °F (< 37.8 °C) | N _F = 4 | 21 | 21 | 24 | 29 | 40 |
| Combustible Dust or Mist³ | | | | | | |
| St-1 (K _{st} ≤ 300 bar m/sec) | | 16 | 16 | 24 | 29 | 40 |
| St-2 (K _{st} = 301-360 bar m/sec) | | 21 | 21 | 24 | 29 | 40 |
| St-3 (K _{st} ≥ 360 bar m/sec) | | 24 | 24 | 24 | 29 | 40 |
| Combustible Solids | | | | | | |
| Dense > 40 mm thick ⁴ | N _F = 1 | 4 | 14 | 24 | 29 | 40 |
| Open < 40 mm thick ⁵ | N _F = 2 | 10 | 14 | 24 | 29 | 40 |
| Form, fiber, powder, etc. ⁶ | N _F = 3 | 16 | 16 | 24 | 29 | 40 |

T.P. = Flash Point, closed cup

B.P. = Boiling Point at Standard Temperatures and Pressure (STP)

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

⁹⁵ Guía Técnica- Métodos Cualitativos para el Análisis de Riesgo pagina 63

| MATERIAL FACTOR TEMPERATURE ADJUSTMENT | | | |
|---|----------------------|----|---------------------|
| | Flammability Ranking | St | Instability Ranking |
| a. Enter Flammability (5: for dusts) and instability rankings. | | | |
| b. If process unit temperature is less than 140 °F (60 °C), go to "c." | | | |
| c. If process unit temperature is above the material flash point and is greater than 140 °F (60 °C), enter "1" under Flammability ranking. | | | |
| d. If process unit temperature is above the exothermic start or autoignition temperatures and the process unit is not a reactor, enter "1" under instability ranking (see below). | | | |
| e. Add each column, but enter 4 if the total is 5. | | | |
| f. Using "e" and Table I, determine Material Factor (MF) and enter on F&EI Form and Manufacturing Unit Risk Analysis Summary. | | | |

Note: A material temperature up to 140 °F (60 °C) can be reached in ambient storage due to solar heat and stratification of temperature layers.

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

3.- Calcular los factores de riesgo (F1) y (F2)

Factor de riesgo general del proceso (F1)

Evalúan la potencial peligrosidad de las operaciones normales del proceso, mediante la asignación de penalizaciones con valores propuestos por el propio método, como valor base de 1 y valor máximo de 5,45.en el supuesto teórico de que fueran procedentes todas las penalizaciones.

Si un factor no es considerado en un caso particular, se aplicara un coeficiente de cero.

Cuadro 4.21 General Process Hazard Factor (F1)

Cuadro No 4.21 Proceso general del factor peligro

| I. General Process Hazards | Penalty Factor Range | Penalty Factor Used ⁽¹⁾ |
|--|----------------------|------------------------------------|
| Base Factor | 1.00 | 1.00 |
| A. Exothermic Chemical Reactions | 0.90 to 1.25 | |
| B. Endothermic Processes | 0.20 to 0.40 | |
| C. Material Handling and Transfer | 0.25 to 1.05 | |
| D. Enclosed or Indoor Process Units | 0.25 to 0.95 | |
| E. Access | 0.20 to 0.35 | |
| F. Drainage and Spill Control gal or cu.m. | 0.25 to 0.50 | |
| General Process Hazards Factor (F ₁) | | |

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

Factor de riesgo específico del proceso (F2)

Evalúa aquellas condiciones del proceso, especialmente agravantes del riesgo de explosión y / o incendio.

El método considera un valor relativo a la toxicidad que no pretende evaluar el riesgo de contaminación del medio ambiente o la salud laboral de los trabajadores, sino tan sólo considerar el factor agravante para la intervención en caso de emergencia que ello supone, al igual que el anterior el método adopta como valor máximo de 15,45⁹⁶.

Cuadro No 4.22 Special Process Hazards

Cuadro No 4.22 Procesos Peligrosos Especiales

⁹⁶ Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

| | | | |
|--|--|---------------------|-------------|
| 2. Special Process Hazards | | | |
| Base Factor | | 1.00 | 1.00 |
| A. Toxic Material(s) | | 0.20 to 0.80 | |
| B. Sub-Atmospheric Pressure (< 500 mm Hg) | | 0.50 | |
| C. Operation In or Near Flammable Range <input type="checkbox"/> Inerted <input type="checkbox"/> Not Inerted | | | |
| 1. Tank Farms Storage Flammable Liquids | | 0.50 | |
| 2. Process Upset or Purge Failure | | 0.30 | |
| 3. Always in Flammable Range | | 0.80 | |
| D. Dust Explosion (See Table 3) | | 0.25 to 2.00 | |
| E. Pressure (See Figure 2) Operating Pressure _____ psig or kPa gauge Relief Setting _____ psig or kPa gauge | | | |
| F. Low Temperature | | 0.20 to 0.30 | |
| G. Quantity of Flammable/Unstable Material: Quantity _____ lb or kg H _C = _____ BTU/lb or kcal/kg | | | |
| 1. Liquids or Gases in Process (See Figure 3) | | | |
| 2. Liquids or Gases in Storage (See Figure 4) | | | |
| 3. Combustible Solids in Storage, Dust in Process (See Figure 5) | | | |
| H. Corrosion and Erosion | | 0.10 to 0.75 | |
| I. Leakage – Joints and Packing | | 0.10 to 1.50 | |
| J. Use of Fired Equipment (See Figure 6) | | | |
| K. Hot Oil Heat Exchange System (See Table 5) | | 0.15 to 1.75 | |
| L. Rotating Equipment | | 0.50 | |
| Special Process Hazards Factor (F₂) | | | |

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

4.- Calcular el factor de riesgo (F₃)

El factor de riesgo F₃, es producto de los valores de F₁ y F₂ del proceso analizado.

5.- Determinar el Índice de Fuego y Explosión (IFE)

El índice de fuego y explosión, es producto de los valores obtenidos del Factor Material (FM) y Factor de Riesgo (F₃), el propio método establece categorías de riesgo en función a una escala de valores para del índice de Dow (IFE). Cuadro No 4.23

Categorías de Riesgo.

Cuadro No 4.23 Categorías de Riesgo

| Categoría de Riesgo | IFE |
|---------------------|------------|
| Ligero | 1-60 |
| Moderado | 61-96 |
| Intermedio | 97-127 |
| Importante | 128-158 |
| Severo | ≥ 159 |

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

6.- Cuantificar los factores de bonificación

Se cuantifica la influencia beneficiosa de las medidas de protección existentes en la planta, mediante la Cuadro No 4.24 **Loss Control Credit Factors**.

Cuadro No 4.24 Factores de Control de Crédito Perdido

LOSS CONTROL CREDIT FACTORS

1. Process Control Credit Factor (C₁)

| Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) | Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) |
|-----------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------------|
| a. Emergency Power | 0.98 | | f. Inert Gas | 0.94 to 0.95 | |
| b. Cooling | 0.97 to 0.98 | | g. Operating Instructions/Procedures | 0.97 to 0.98 | |
| c. Explosion Control | 0.94 to 0.98 | | h. Reactive Chemical Review | 0.97 to 0.98 | |
| d. Emergency Shutdown | 0.98 to 0.99 | | i. Other Process Hazard Analysis | 0.94 to 0.98 | |
| e. Computer Control | 0.93 to 0.98 | | | | |

C₁ Value(s):

2. Material Isolation Credit Factor (C₂)

| Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) | Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) |
|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------|---------------------|------------------------|
| a. Remote Control Valves | 0.95 to 0.98 | | e. Drainage | 0.91 to 0.97 | |
| b. Dump/Blowdown | 0.95 to 0.98 | | d. Interlock | 0.95 | |

C₂ Value(s):

3. Fire Protection Credit Factor (C₃)

| Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) | Feature | Credit Factor Range | Credit Factor Used (2) |
|----------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| a. Leak Detection | 0.94 to 0.98 | | f. Water Curtains | 0.97 to 0.98 | |
| b. Structural Steel | 0.95 to 0.98 | | g. Foam | 0.92 to 0.97 | |
| c. Fire Water Supply | 0.94 to 0.97 | | h. Hand Extinguishers/Monitors | 0.93 to 0.98 | |
| d. Isocel Systems | 0.91 | | i. Cable Protector | 0.94 to 0.98 | |
| e. Sprinkler Systems | 0.74 to 0.97 | | | | |

C₃ Value(s):

Loss Control Credit Factor = C₁ X C₂ X C₃ = (Enter on line 7 below)

Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

Estos factores son aquellos que protegen a la instalación, lo que hace disminuir el máximo daño probable a la propiedad, los principales factores de bonificación son tres: por control de proceso, aislamiento del material y protección contra el fuego, contemplando los siguientes aspectos:

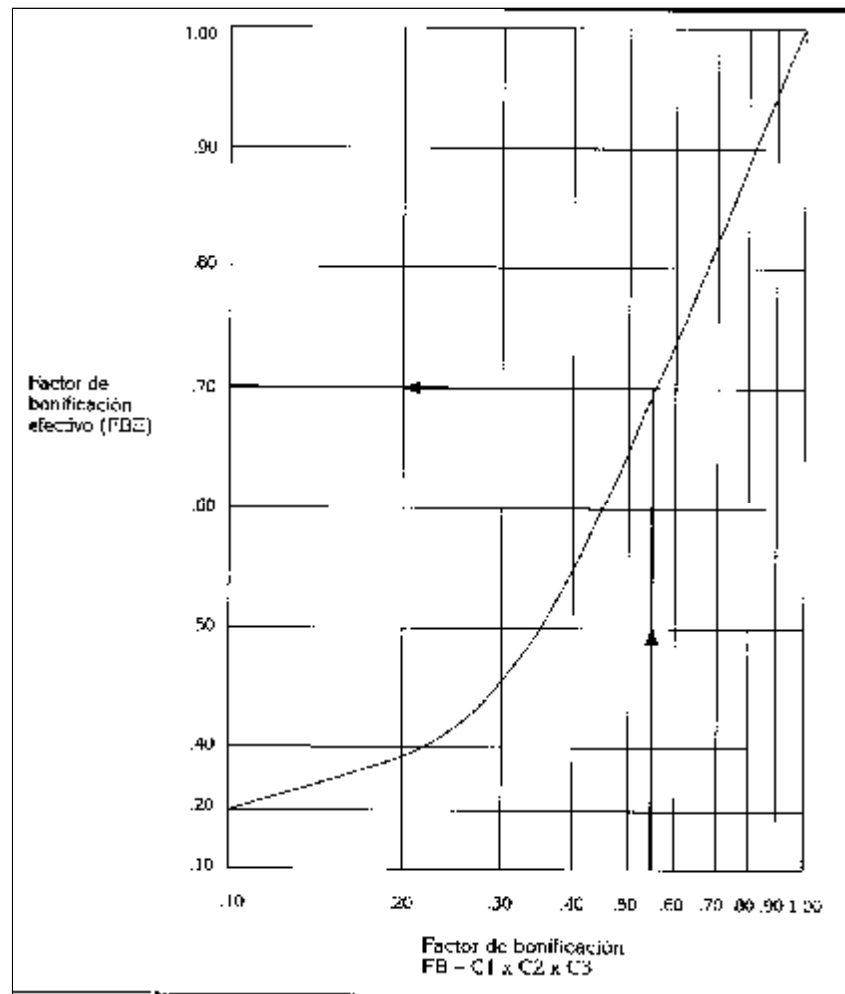
Controles de procesos C1: Energía de emergencia, refrigeración, control de explosiones, paro de emergencia, control por ordenador, disponibilidad de gas inerte, procedimientos de operación, programas de revisión de procesos y operaciones.

Aislamiento material C2: Válvulas de control remoto, drenajes, enclavamientos, depósito para vertidos de emergencia, cubetos.

Protección contra el fuego C3: Detectores, protección de estructuras, tanques de doble pared, suministro de agua contra incendios, sistemas especiales (Halón, CO₂, detectores de humos y de llama), rociadores, cortinas de agua, espuma contra incendios, extintores manuales, protección de cables eléctricos y de instrumentación.

Se calcula el factor de bonificación a partir de estos tres factores así: **FB**= C1 x C2 x C3, partiendo de este valor se calcula el factor de bonificación efectivo (**FBE**) recurriendo a la grafica del propio método

Figura No 4.7 Factor de Bonificación efectivo

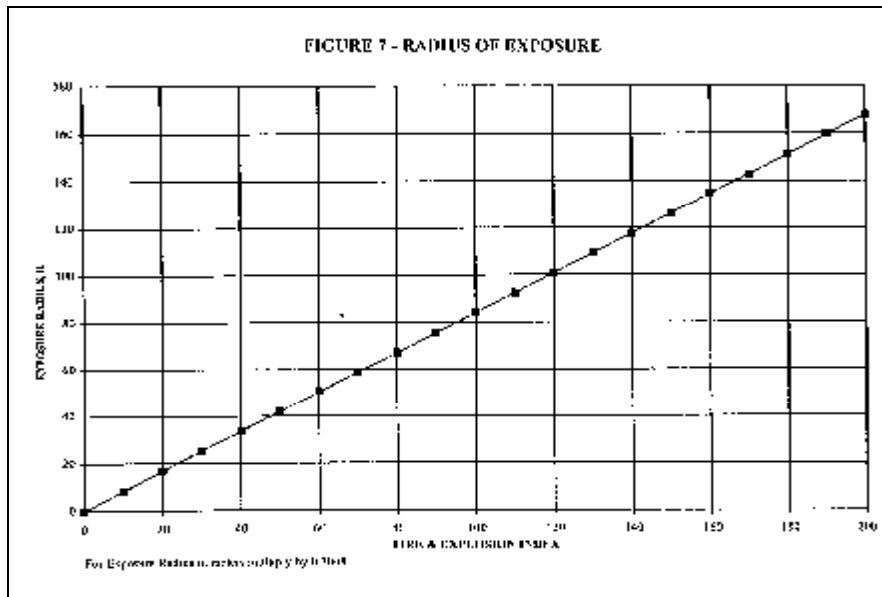


Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

7.-Determinación del área de exposición (AE)

El área de exposición se determina a través de la Figura No 4.8 **Radius of Exposure** establecida por el propio método, en el eje de las (X) el valor del índice de fuego y exposición y en el eje de las (Y) el radio de exposición, aplicando la formula: $(A= \pi r^2)$ se obtiene el valor del área de exposición.

Figura No 4.8 Radio de Exposición



Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

Este valor da una información del radio que puede asumir el accidente, hay que tener en cuenta que el modelo supone un círculo ideal dentro del cual estarían comprendidos los equipos e instalaciones que se podrían ver afectadas por un incendio/explosión en la unidad que se esta evaluando.

8.- Determinación del valor del área de exposición (VS)

El valor de sustitución en el área de exposición se determina mediante la aplicación de la siguiente formula: $VS = 0.82 \times FE \times VIn$

Donde:

VS = Valor de sustitución

FE = Factor de escala = AE / AP

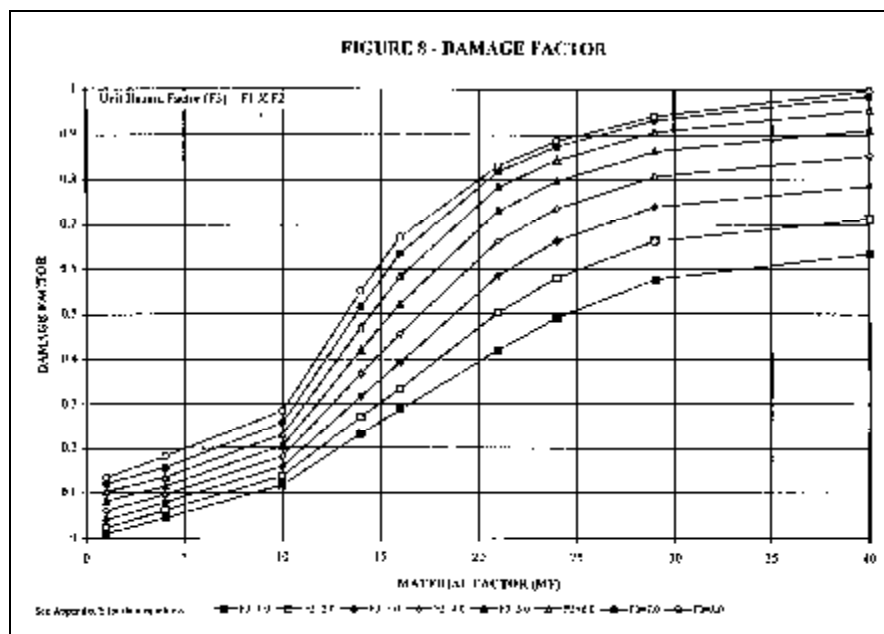
Representa el tanto por uno del área expuesta respecto a la superficie total de la planta)

VIn = Valor de la instalación

9.- Determinar el Factor de daño (**FD**)

El factor de daño, se determina a través de la Figura No 4.9 **Damage Factor**, establecida por el propio método, en el eje de las (X) el valor del factor material y en el eje de las (Y) el valor del factor de daño.

Figura No 4.9 Factor de Daño



Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

10.- Determinar el daño máximo probable de la propiedad (**MPPD_B**)

Aplicando la formula propio del método: $MPPD_B = VS \times FD$

Donde:

VS= Valor de sustitución del área de exposición

FD = Factor de Daño

11.- Determinar el daño máximo probable a la propiedad actual (**MPPD_A**)

Aplicando la formula propia del método: $MPPD_A = MPPD_B \times FBE$

Donde:

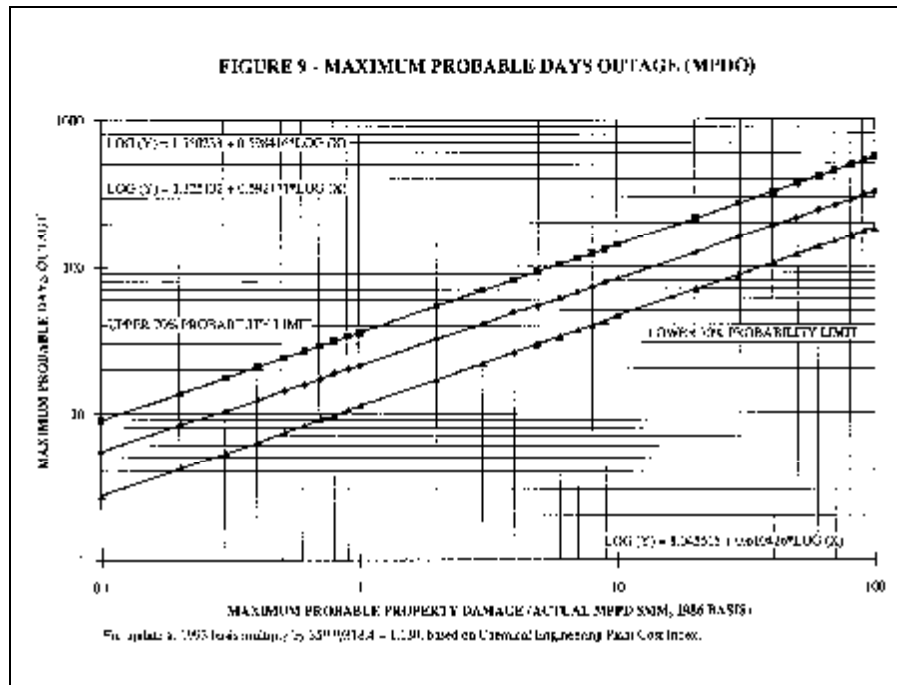
MPPD_B = Daño máximo probable de la propiedad base

FBE = Factor de bonificación efectivo

12.- Calculo de los máximos días de interrupción (**MPDO**)

Los máximos días de interrupción, se determina a través de la Figura No 4.11 **Maximun Probable Days Outage (MPDO)**, establecida por el propio método, en el eje de las (X) el valor de (MPPDA) y en el eje de las (Y) los máximos días de interrupción.

Figura No 4.10 Máximos días de interrupción



Fuente: Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index

13.- Coste de paralización de la actividad (BI)

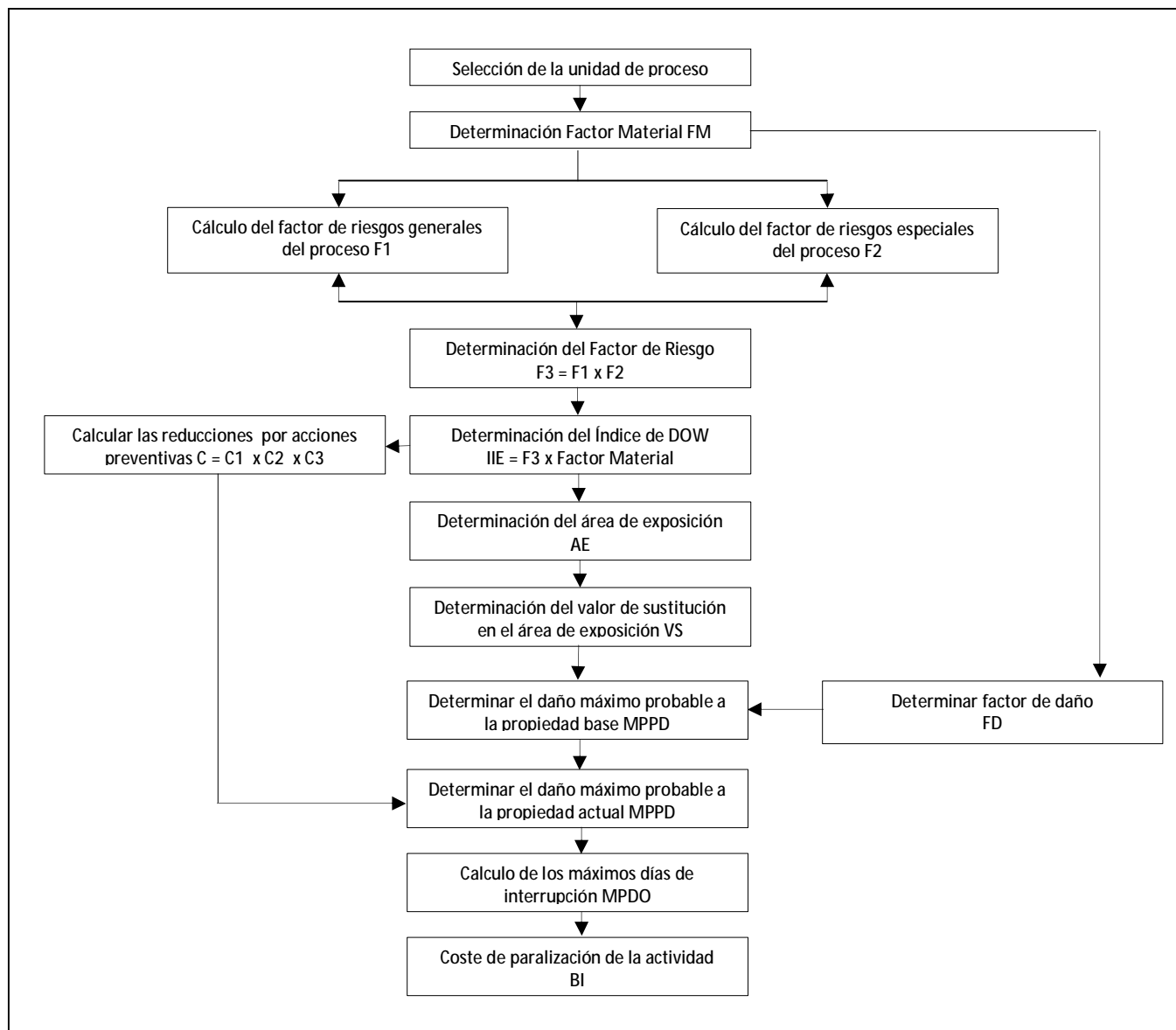
Es el costo asociado a la interrupción de la actividad industrial, aplicando la formula propia del método: $BI = MPDO / 30 \times VPM \times 0,7$

Donde:

VPM = Es el costo de la producción mensual

MPDO = Número de días máximos probables de interrupción de la actividad industrial

DIAGRAMA DE FLUJO INDICE DE FUEGO Y EXPLOSIÓN



Fuente: DOW's Fire & Explosion Hazard Classification Guide. Sexta edición de 1987

4.2.2.2.- Cálculo del índice de Dow

Mediante inspección por las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, se determinó siete unidades de proceso, donde se puede presentar riesgo de incendio y explosión, las cuales son:

- Ü Proceso de Molienda.
- Ü Proceso de Lixiviación – Adsorción.
- Ü Proceso de Desorción – Elución.
- Ü Proceso de Flotación.
- Ü Proceso de Almacenamiento y Abastecimiento de combustible.

Mediante la matriz de cálculo **FIRE & EXPLOSIÓN INDEX** del propio método, se evaluaron los procesos enunciados anteriormente.

| FIRE & EXPLOSION INDEX | | | |
|---|-----------------------------------|--|-------------------------|
| AREA / COUNTRY | COUNTRY | LOCATION | DATE |
| SITE | MANUFACTURING UNIT | PROCESS UNIT | |
| PREPARED BY: | APPROVED BY: (Supervisor/Manager) | BUILDER | |
| REVIEWED BY: (Management) | REVIEWED BY: (Technology Center) | REVIEWED BY: (Safety & Loss Prevention) | |
| MATERIALS IN PROCESS UNIT | | | |
| STATE OF OPERATION | | BASE MATERIAL(S) FOR MATERIAL FACTOR | |
| <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Start up <input type="checkbox"/> Normal Operation <input type="checkbox"/> Shutdown | | | |
| MATERIAL FACTOR (See Table 1 or Appendices A or B) Note: requirements when tank temperature over 140 °F (60 °C) | | | |
| 1. General Process Hazards | | Penalty Factor Range | Penalty Factor Used (1) |
| Base Factor | | 1.00 | 1.00 |
| A. Exothermic Chemical Reactions | | 0.30 to 1.25 | |
| D. Endothermic Processes | | 0.20 to 0.40 | |
| C. Material Handling and Transfer | | 0.25 to 1.00 | |
| D. Enclosed or Indoor Process Units | | 0.25 to 0.90 | |
| E. Airspace | | 0.20 to 0.85 | |
| F. Drainage and Spill Control | | 0.25 to 0.50 | |
| General Process Hazards Factor (F ₁) | | | |
| 2. Special Process Hazards | | 1.00 | 1.00 |
| Base Factor | | 1.00 | 1.00 |
| A. Toxic Material(s) | | 0.20 to 0.80 | |
| B. Sub-Atmospheric Pressure (< 500 mm Hg) | | 0.50 | |
| C. Operation in or Near Flammable Range | | Not listed | |
| 1. Tank Farm Storage Flammable Liquids | | 0.50 | |
| 2. Process Upset or Purge Failure | | 0.30 | |
| 3. Always in Flammable Range | | 0.80 | |
| D. Dust Explosion (See Table 3) | | 0.25 to 2.00 | |
| E. Pressure (See Figure 2) | | Operating Pressure _____ psig or kPa gauge Relief Setting _____ psig or kPa gauge | |
| F. Low Temperature | | 0.20 to 0.30 | |
| G. Quantity of Flammable/Unstable Material: | | Quantity _____ lb or kg H ₀ _____ BTU/lb or kcal/kg | |
| 1. Liquids or Gases in Process (See Figure 3) | | | |
| 2. Liquids or Gases in Storage (See Figure 4) | | | |
| 3. Combustible Solids in Storage, Dust in Process (See Figure 5) | | | |
| H. Corrosion and Erosion | | 0.10 to 0.75 | |
| I. Leakage – Joints and Packing | | 0.10 to 1.50 | |
| J. Use of Inert Equipment (See Figure 6) | | | |
| K. Hot Oil Heat Exchange System (See Table 5) | | 0.15 to 1.15 | |
| L. Reacting Equipment | | 0.50 | |
| Special Process Hazards Factor (F ₂) | | | |
| Process Unit Hazards Factor (F ₁ x F ₂) = F ₃ | | | |
| Fire and Explosion Index (F ₃ x MF = F&EI) | | | |

(1) For no penalty use 0.00.

**Tabla No 4.8 RESUMEN DE CÁLCULO DEL INDICE DE FUEGO Y EXPLOSIÓN (IFE)
PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA**

| ANÁLISIS DE LA PLANTA DE BENEFICIO LA ORQUÍDEA | | | MÉTODO ÍNDICE DE DOW | | | | | | COSTO DE PARALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD | | | | | | | |
|--|---------------------|------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|----|---------------------------------------|---------|---------|------|--------|--------|-------------|---------|
| ÁREA DE PLANTA | UNIDAD DEL PROCESO | MATERIALES EN PROCESO | FM | F1 | F2 | F3 | IFE | R | FBE | AE (m²) | VS (\$) | FD | MPPD B | MPPD A | MPDO (días) | BI (\$) |
| Molienda | Molinos | Cianuro de hidrogeno | 24 | 2,3 | 3,5 | 8,0 | 193 | S | 0,87 | 7644,13 | 196,46 | 0,90 | 176,81 | 153,82 | 345 | 483.000 |
| Lixiviación-Adsorción | Tanques | Hidróxido de calcio | 14 | 1,6 | 2,1 | 3,4 | 49 | L | 0,85 | 466,59 | 5,25 | 0,45 | 2,37 | 8,22 | 70 | 245.000 |
| Desorción - Elución | Torres de carbón | Alcohol etílico | 21 | 2,8 | 4,5 | 7,3 | 154 | IM | 0,93 | 5046,63 | 4,26 | 0,81 | 3,45 | 3,21 | 45 | 105.000 |
| | Caldero | Diesel | 10 | 2,0 | 4,6 | 9,4 | 95 | M | 0,93 | 1774,14 | 4,25 | 0,29 | 1,23 | 1,14 | 24 | 5.600 |
| Flotación | Celdas de flotación | Amilxantato de potasio | 16 | 2,0 | 2,2 | 4,5 | 73 | M | 0,93 | 1121,64 | 45,00 | 0,51 | 23,00 | 21,39 | 135 | 378.000 |
| Almacenamiento Abastecimiento combustible | Fastanck | Diesel | 10 | 1,8 | 4,2 | 7,5 | 76 | M | 0,95 | 1232,25 | 0,39 | 0,28 | 0,11 | 0,10 | 6 | 1.400 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Elaborado por: Verónica Quijano

Nota:

R (Riesgo)
L (Ligero)
M (Moderado)
I (Intermedio)
IM (Importante)
S (Severo)

4.2.3.- Evaluación de riesgo de derrames

4.2.3.1.- Método General de Riesgo

Una vez identificados los peligros en las bodegas de almacenamiento de sustancias químicas, se procedió a la determinación de la severidad (consecuencias) del daño y la probabilidad de ocurrencia, mediante la aplicación de la formula establecida por el método.

$$\text{NR} = \text{P} \times \text{C}$$

Donde:

NR= Nivel de Riesgo.

P= Probabilidad de ocurrencia del daño.

C= Consecuencias o severidad del daño.

Los resultados de la evaluación son los siguientes

Tabla No 4.9 Evaluación de Riesgo de Derrames

| RIESGO DE DERRAME | AREA DE LA PLANTA | P | C | NR |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| | Bodegas | Probabilidad de ocurrencia | Severidad de la consecuencia | Nivel de Riesgo |
| Vuelco de recipientes | √ | Baja | Ligeramente Dañino | Riesgo Trivial |
| Caída de recipientes | √ | Media | Dañino | Riesgo Moderado |
| Rotura de recipientes y empaques | √ | Media | Dañino | Riesgo Moderado |

Fuente: Planta de Benéfico la Orquídea

Realizado por: Verónica Quijano

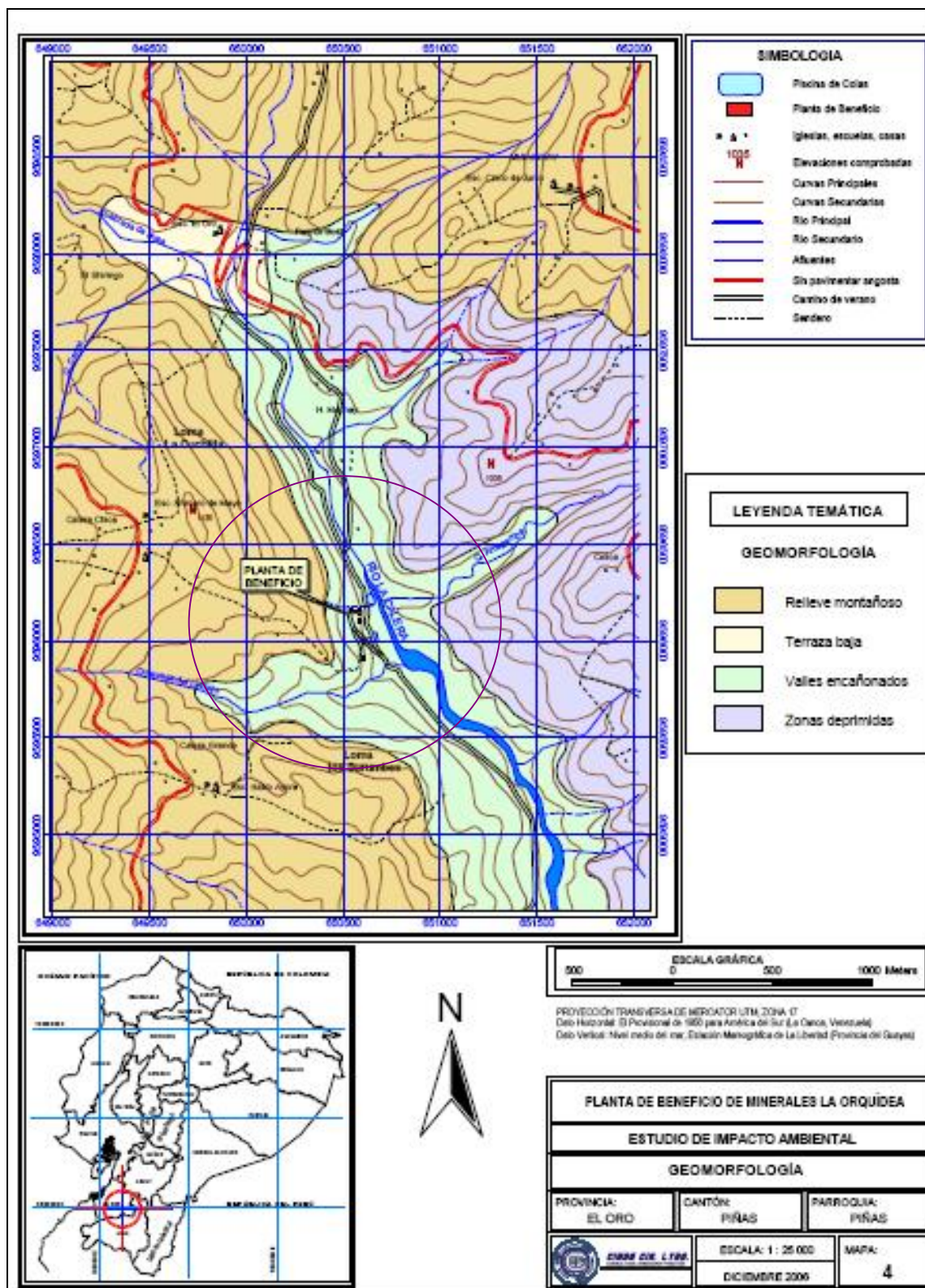
4.2.4.- Evaluación de riesgos Naturales

4.2.4.1.- Método Identificación y Evaluación de riesgos en una comunidad local

La evaluación de los riesgos naturales, a los que se encuentra amenazada las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, se realizó mediante la estimación del riesgo que consistió en desarrollar lo siguiente:

1.- Mapa de Análisis

Se considero la carta Topográfica PACCHA escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar, Hoja Geológica Santa Rosa escala 1: 100.000 Dirección Nacional de Geología, Mapas Temáticos del PRONAREG (Morfológico) escala 1: 200 000 así como el Mapa de Riesgos Naturales del Cantón Piñas, a continuación se detalla el mapa de análisis.



Fuente: EIA 2007 Planta de Benéfico de Minerales La Orquídea

En el mapa se identifico:

El área de influencia directa, en la cual se visualiza dos plantas de Benéfico denominadas La Orquídea y Buele, ubicadas en el valle encañonado del río Calera, el sitio que carece de centros poblados y constituye un relieve montañoso formado por las faldas de dos loma denominadas La Cuchilla y Los Surumbes.

2.- Inventario

A continuación se realiza un inventario de peligros y riesgos en función al mapa de análisis del área de influencia directa de las instalaciones industriales., como a continuación se describe en la tabla No 4.10.

Tabla No 4.10 Inventario de Peligros y Riesgos

| Peligros | Riesgos |
|---|-----------------------|
| CuarTEAMIENTO y/o desplome de edificaciones de la planta de beneficio | Sismos /Terremotos |
| Presencia de Ceniza Volcánica | Erupciones Volcánicas |
| Deslizamientos de suelo por su conformación geomorfológicas | Movimientos de masa |
| Crecida del río Calera / taponamiento del drenaje | Inundaciones |

Fuente: Levantamiento de Campo – Planta de Beneficio La Orquídea

3.- Evaluación de Amenazas

En este numeral se debe enumerar los objetivos amenazados en función a las variables (Vida, Medio Ambiente, Propiedades) como a continuación se describe en la tabla No 4.11.

Tabla No 4.11 Objetivos Amenazados

| VIDA | MEDIO AMBIENTE | PROPIEDAD |
|---|-----------------------|--|
| Personal técnico y operativo de la planta de Beneficio La Orquídea. -Personas externas (visitas / pasantes) a la planta de Benéfico La Orquídea - Vecinos | Factores Ambientales | -Infraestructura -Equipos y maquinaria. |

Fuente: Levantamiento de Campo – Planta de Beneficio La Orquídea

A continuación se determinan las consecuencias estimadas para las variables (Vida, Medio Ambiente, Propiedad y Velocidad de Propagación) mediante la escala valorada (1 Poco importante, 2 Limitadas, 3 Graves, 4, Muy graves, 5 Catastróficas)

Luego se asigna rangos para las variables probabilidad y prioridad, con el fin de repartir recursos, decidir donde se van tomar las primeras medidas preventivas y desarrollar el plan de emergencia

Finalmente la presentación de los resultados del análisis se detalla en una matriz diseñada por el propio método, como se detalla a continuación.

Ü Matriz de Resultados

| MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------|---|---|---|----------|---|---|----|----|----|-------------------------------|
| Comunidad: Puente Buza | | | | | | | | | | | | |
| Objeto/ Área: Planta de Beneficio de Minerales La Orquídea | | | | | | | | | | | | |
| OBJETO | OPERACIÓN | PELIGRO CANTIDAD | TIPO DE RIESGO | OBJETO AMENAZADO | CONSECUENCIAS | GRAVEDAD | | | | Pb | Pr | COMENTARIOS |
| | | | | | | Vi | M | P | Ve | | | |
| Instalaciones operativas y administrativas de la Planta de Beneficio de Minerales La Orquídea | -Transformación fisicoquímico del material mineral | Eventos naturales | Sismo /Terremoto | <u>Vida:</u> Personal técnico y operativo de la planta. Personas externas (visitantes) Vecinos <u>Medio Ambiente:</u> Afectación al medio físico <u>Propiedad:</u> Infraestructura Equipos y maquinaria | -Victimas mortales. -Heridos graves. -Atrapados entre los escombros. -Daños al entorno. -Perdidas materiales. | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | C | Dimensión del riesgo estimado |
| | | | Erupciones Volcánicas (Presencia de ceniza volcánica) | <u>Vida</u> Personal técnico y operativo de la planta Personas externas (visitantes) Vecinos <u>Medio Ambiente:</u> Afectación al medio físico, biótico <u>Propiedad:</u> Ninguna | -Afectación de la salud | 1 | 1 | - | 1 | 1 | A | |
| | | | Movimiento de masa (deslizamiento de suelos) | <u>Vida:</u> Personal técnico y operativo de la planta Personas externas (visitantes) Vecinos <u>Medio Ambiente:</u> Afectación al medio físico <u>Propiedad:</u> Infraestructura Equipos y maquinaria | -Victimas mortales. -Heridos graves. -Daños al entorno. -Perdidas materiales. | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | C | |
| | | | Inundaciones (Crecida del río calera/ taponamiento del drenaje) | <u>Vida:</u> Personal técnico y operativo de la planta Personas externas (visitantes) Vecinos <u>Medio Ambiente:</u> Afectación al medio físico <u>Propiedad:</u> (Infraestructura equipos y maquinaria | -Victimas mortales. -Heridos graves. -Daños al entorno. -Perdidas materiales. | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | C | |

Fuente: PNUMA 1992 identificación y Evaluación de riesgos en una comunidad local
Realizado por: Verónica Quijano

5.- ORGANIZACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE LA EMERGENCIA

5.1.-POLÍTICA DE EMERGENCIA

Es política de la empresa AMLATMINAS S.A., tomar las medidas necesarias para proteger a todos los trabajadores de la planta de beneficio La Orquídea y sus instalaciones, controlando las causas de la emergencia que por su actividad se pudieran originar, minimizando los efectos del evento independientemente de su origen.

Es responsabilidad de todo el personal de la planta de beneficio La Orquídea conocer y cumplir lo establecido en el plan de emergencia y evacuación.

La seguridad de los visitantes, clientes, proveedores y pasantes que se encuentren en la planta de beneficio La Orquídea, es de responsabilidad de las personas con quienes se encuentran en el momento de presentarse la emergencia.

Toda emergencia sin importar su magnitud deberá reportarse de inmediato al líder coordinador (Jefe de S & SO), del comité de emergencias, que de aquí en adelante se denominará CDE.

5.2.-ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE EMERGENCIA

5.2.1.-Comité de Emergencias (CDE)

La planta de Beneficio La Orquídea, ha conformado el Comité de Emergencias integrada por: (Jefe S & SO, delegados del Comité Paritario de Seguridad, Jefe de Brigadas de Emergencia y Medico Ocupacional), esta representación se encuentra liderada por el jefe de seguridad.

El Comité dispone de autoridad plena para tomar decisiones en la administración y control de eventos mayores, garantizando la atención oportuna ante una emergencia.

El comité de emergencias, tiene la misión de:

- ü Ejecutar el plan de emergencia y evacuación establecido para la organización.
- ü Liderar las acciones durante una emergencia.
- ü Garantizar rápida y efectiva respuesta ante una emergencia.
- ü Velar por el mantenimiento y funcionamiento del plan de emergencia y evacuación para prevenir o reducir las consecuencias de eventos mayores que puedan afectar al personal o a las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea de la empresa Amlatminas S.A.

5.2.2.-Grupos de apoyo ante una emergencia

El comité de emergencias de la planta de beneficio La Orquídea, ha considerado dos tipos de apoyo para combatir la ocurrencia de un evento mayor, que pueda acontecer en las instalaciones industriales.; el primero, grupo de apoyo interno, conformado por el propio personal de la empresa, y el segundo, todas las instituciones publicas del cantón Piñas, que brinden apoyo ante un evento mayor.

5.2.2.1.- Grupo de Apoyo Interno

El grupo de apoyo interno para la atención a eventos emergentes que puedan suscitarse en la planta de beneficio La Orquídea, esta conformado por las brigadas de emergencia, que permitirán actuar de manera inmediata y planificada la atención a una situación emergente, las mismas que son detalladas a continuación.

Ü Brigada de Comunicaciones

Esta formada por personal administrativo de la planta de beneficio La Orquídea de la compañía Amlatminas S.A. (Gerente General, Administrador y Asistente Contable) los cuales son las únicas personas autorizadas para manejar la comunicación tanto interna como externa durante una emergencia.

Ü Brigada de Orden y Seguridad Física

El personal de seguridad de la compañía (Guardias) son los que integren la brigada de orden y seguridad física, lideran el control periférico e interior de las instalaciones, coordinaran y cooperaran con entes de control público, con el fin de prevenir actos vandálicos sea de propios y/o extraños durante la emergencia.

Ü Brigada de Prevención de Incendios

Conformada por personal operativo y técnico de la planta de beneficio La Orquídea, organizado en tres grupos para la atención en horarios diurno, vespertino y nocturno, cuya responsabilidad específica es combatir y controlar cualquier foco de incendio/ explosión

Ü Brigada de Prevención de Derrames

Conformada por personal operativo y técnico de la planta de beneficio La Orquídea, organizado en tres grupos para la atención en horarios diurno, vespertino y nocturno, cuya responsabilidad específica es la atención de derrame de combustible, químicos o fugas de gases.

Ü Brigada de Primeros Auxilios

Conformado por personal operativo de la planta de beneficio La Orquídea y liderado por el Medico Ocupacional, se encarga de prestar los primeros auxilios al personal que lo requiera y velar el traslado hacia el punto de emergencia, hasta la llegada de las unidades médicas externas y de ser necesario, trasladarán a las victimas a los centros de salud más cercanas.

Ü Brigada de Búsqueda y Rescate

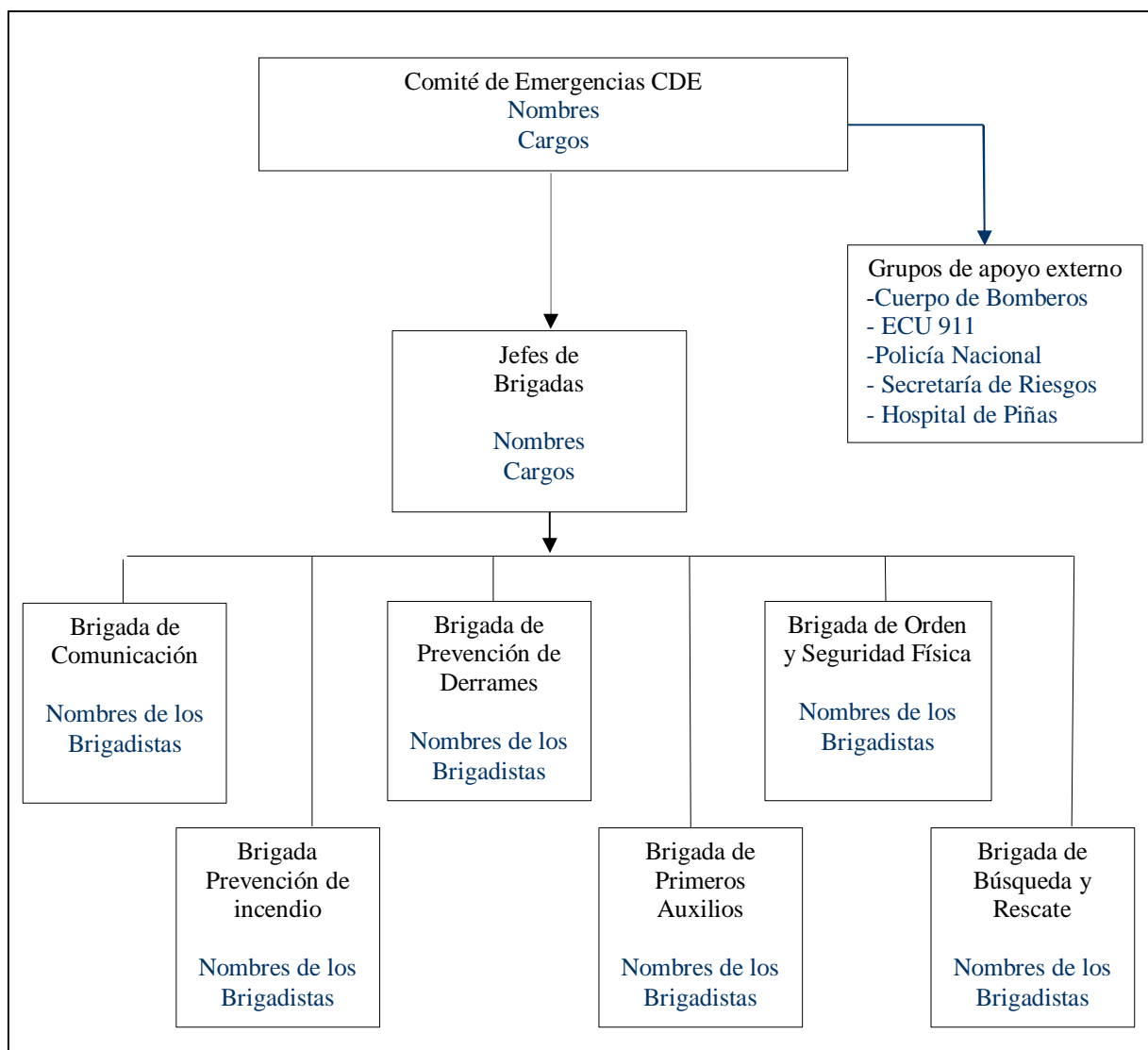
Estará formada por personal operativo y guardias de seguridad física de la planta de beneficio La Orquídea, liderado por el Jefe de Planta, que sin poner en riesgo la vida, y dependiendo del estado de las instalaciones afectadas, actuará en búsqueda y rescate de las víctimas producto del siniestro. De existir riesgo para los rescatistas, se esperará la llegada del grupo de apoyo externo, a los cuales se les guiará hasta el área afectada.

5.2.2.2.- Grupo de Apoyo Externo

El grupo de apoyo externo que intervendrá en la atención a la emergencia estará conformado por instituciones públicas del cantón Piñas: (Cuerpo de Bomberos, ECU 911, Policía Nacional, Secretaría de Riesgos, Hospital de Piñas y otros centros de salud con las que la empresa tenga algún convenio para la atención al personal de la planta de beneficio La Orquídea.)

5.2.3.- Organigrama de la estructura de la emergencia

Se detalla a continuación el organigrama de la estructura de la emergencia de la planta de beneficio La Orquídea.



Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

5.3.-ASIGNACIÓN DE FUNCIONES DE AGENTES DE INTERVENCIÓN

Las funciones de los agentes de intervención ante una situación de emergencia para la planta de beneficio La Orquídea, se detalla a continuación en la tabla No 5.1

Tabla No 5.1 Funciones de los agentes de intervención ante una emergencia

| FUNCIONES | AGENTES DE INTERVENCIÓN ANTE UNA EMERGENCIA | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|--|--|---|--|---|--|--|-----------------------------------|
| | CDE | JEFES DE BRIGADA | BRIGADA COMUNICACIÓN | BRIGADA ORDEN Y SEGURIDAD | BRIGADA PREVENCIÓN DE INCENDIO | BRIGADA PREVENCIÓN DE DERRAMES | BRIGADA PRIMEROS AUXILIOS | BRIGADA BUSQUEDA Y RESCATE | GRUPO DE APOYO EXTERNO |
| DETECTAR | | | | | Detectará foco de incendio | Detectará derrames | Detectará personal herido | | |
| DECLARACIÓN EMERGENCIA | Expondrá la emergencia | | | | | | | | |
| COMUNICACIÓN DE EMERGENCIA | Establecerá y coordinará la comunicación con las distintas entidades públicas o privadas, para que brinden cooperación y la ayuda necesaria para atender una situación de emergencia. | | Comunicarán la emergencia interna (alarma) y externa | | | | | | |
| INTERVENCIÓN | Dirigirá y coordinará la actuación de emergencia con jefes de brigadas | Coordinarán con los miembros de cada brigada | | Controlarán el ingreso y salida del personal y los bienes de la empresa | Intervendrá en la extinción de focos de incendio | Intervendrá en derrames | Intervendrá en la atención al personal herido. Trasladará al punto de emergencia | Intervendrá en búsqueda y rescate de víctimas | Intervención en segunda instancia |
| EVACUACIÓN | Declarará la evacuación del personal de la planta. Determina la zona de seguridad a utilizar. | Coordinarán evacuación del personal | | Prestarán apoyo en la evacuación del personal | | | Declarará traslado del herido a centros de salud | | |
| APOYO EXTERNO | Ordenará apoyo externo. | Cooperarán con grupo de apoyo externo | Avisarán la necesidad del grupo de apoyo externo. | | | | | Guiará al grupo de apoyo externo en la ubicación de víctimas | |
| FIN DE EMERGENCIA | Declarará fin de emergencia. | | Comunicarán fin de emergencia al personal de planta. | | | | | | |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea
Realizado por: Verónica Quijano

5.4.- SISTEMAS DE NOTIFICACIÓN DE LA EMERGENCIA

5.4.1.- Manejo de la emergencia

El manejo de la emergencia, en la planta de beneficio La Orquídea se desarrollará de la siguiente manera:

Ante el primer contacto con el riesgo, la primera persona que toma relación con la misma deberá:

- ü Inmediatamente intentar, si es que sabe como, eliminarla.
- ü Dará aviso de manera verbal al coordinador del CDE quien decidirá las medidas a tomar.
- ü Analizada la amenaza o el riesgo el jefe de S&SO dará la orden de activar la alarma de emergencia.
- ü Intervención de las brigadas para una respuesta efectiva de acuerdo al nivel de la emergencia.

5.4.2.- Nivel de la emergencia

La aparición de un escenario de emergencia, supone un nivel de riesgo que debe estimarse y en proporción a este, deben responder los agentes de intervención de la planta de

beneficio la Orquídea, para lo cual se establecen los siguientes niveles o estados de emergencia:

5.4.2.1.- Conato de incendio

El conato de incendio, es la situación controlable, que puede ser extinguido por el propio trabajador que lo detecte o por un brigadista de prevención de incendios, mediante el uso de los recursos existentes en la planta de beneficio La Orquídea.⁹⁷

5.4.2.2.- Emergencia Parcial

Se considerará emergencia parcial a la afectación de una sección determinada de la planta de beneficio La Orquídea, y no pondrá en peligro a las demás instalaciones y a su personal, si el CDE considera oportuno, se avisará a la entidad pública de servicio de extinción de incendios del cantón Piñas.⁹⁸

5.4.2.3.- Emergencia General

Escenario que no resulta controlable con los recursos de la empresa, afecta o puede extenderse a todas las instalaciones y por lo tanto se requiere de ayuda externa, e iniciación inmediata de la evacuación de las secciones afectadas así como de las restantes locaciones estableciendo el adecuado orden de prioridades.⁹⁹

⁹⁷ Sistema de Gestión de Calidad de Amlatminas – Plan de Emergencias página 2

⁹⁸ Sistema de Gestión de Calidad de Amlatminas – Plan de Emergencias página 2

⁹⁹ Sistema de Gestión de Calidad de Amlatminas – Plan de Emergencias página 2

5.4.3.- Sistema de Alerta y Alarma

La planta de beneficio La Orquídea dispone de un sistema de alerta y alarma conformado por la detección humana y una alarma sonora (timbre) ubicada en la garita No 1, esta se activa manualmente mediante un interruptor.

5.4.4.- Comunicación interna / externa

Los canales de comunicación interna, se inician mediante la detección del evento, por parte del personal de la planta de beneficio La Orquídea, que será transmitida de forma verbal, al líder del CDE, confirmadas la emergencia se activa la alarma (timbre), requiriendo la intervención de las brigadas de emergencia.

De existir la necesidad de requerir el apoyo del grupo externo, la brigada de comunicación procederá de acuerdo al protocolo de aviso de emergencia detallado a continuación en la Tabla No 5.2

Tabla No 5.2 Protocolo de Aviso de Emergencia

| PROTOCOLO DE AVISO DE EMERGENCIA |
|---|
| Esta llamando la empresa ALMATMINAS S.A. situada en el sector de Buza en el Km. 6 1/2 vía que conduce a la parroquia de San Pedro. Se ha producido un (incendio, explosión, derrame) En el área de (producción, oficinas, laboratorio, etc.) Afecta a (instalaciones eléctricas, áreas de almacenamiento de químicos, equipos, vehículos etc.) Hay / no hay (atrapados, quemados, heridos, intoxicados, muertos) Los efectos son (generación de humos, gases tóxicos, desechos peligrosos etc.) Puede afectar a (instalaciones vecinas, etc.) En las instalaciones están actuando el (jefe de seguridad y brigadas de emergencia) Las actividades realizadas son: (indicar lo realizado por el grupo de apoyo interno) |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

Se mantendrá un listado telefónico actualizado de las distintas entidades de apoyo a la emergencia, así como una cadena de mando detallando los números telefónicos fijos y móviles, estos deben conservarse publicados en la garita y en oficina administrativa, como se detalla a continuación en las Tablas No 5.3 y 5.4

Tabla No 5.3 Entidades de apoyo

| TELEFONOS DE EMERGENCIA | |
|--|-------------------------|
| POLICIA NACIONAL | 07 2976134 |
| HOSPITAL | 07 2976168 |
| BOMBEROS | 107 07 2976113 |
| EMPRESA ELECTRICA | 07 2976856 |
| CRUZ ROJA | 07 2976555 |
| DIRECCIÓN PROVINCIAL DE GESTION DE RIESGOS EL ORO -MACHALA | 07 2938872 / 07 2935223 |

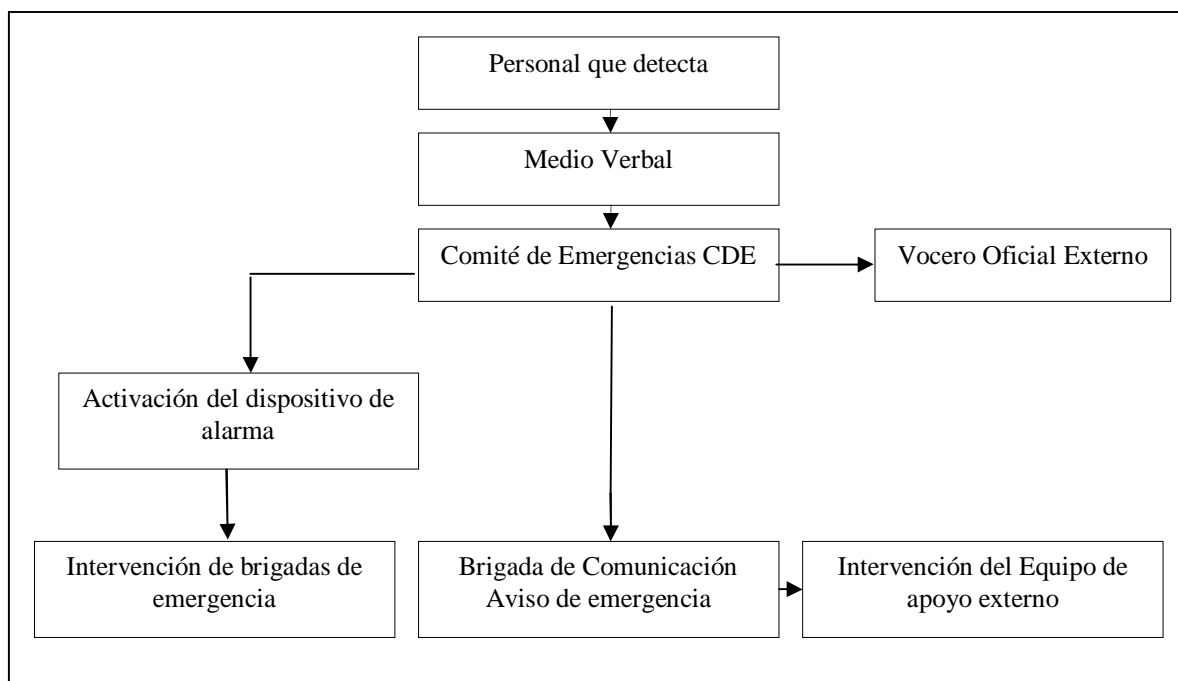
Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

Tabla No 5.4 Cadena de mando

| TELEFONOS DE IMPORTANCIA | |
|--------------------------|-------------|
| GERENCIA GENERAL | 09 82626891 |
| JS & SO | 09 92167870 |
| JEFE DE PLANTA | 09 89463618 |
| OFICINAS QUITO | 02 22462417 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

En el siguiente esquema se detalla el organigrama de comunicación interna y externa a seguir en situaciones de emergencia.

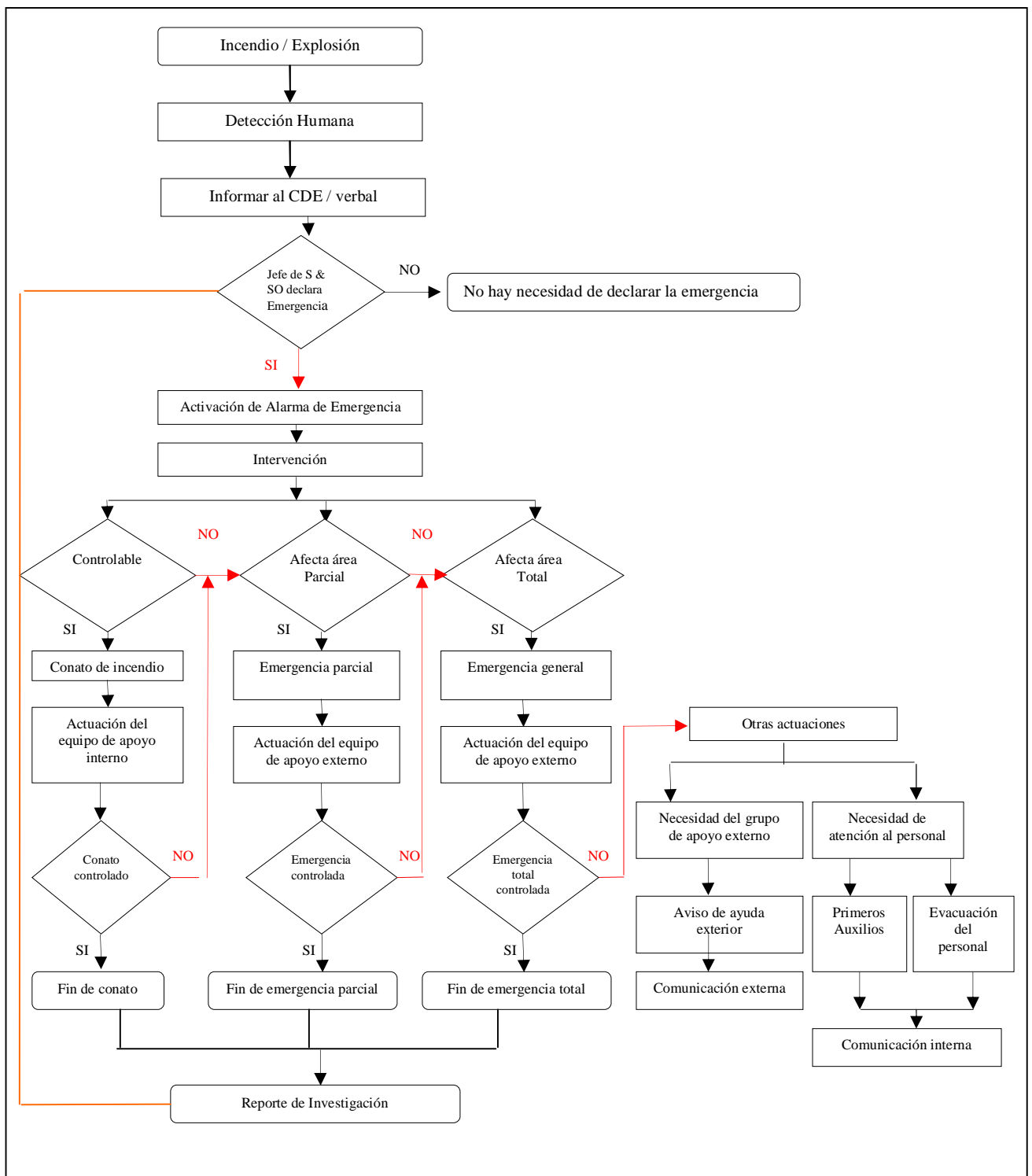


Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

5.4.5.- Procedimiento de actuación durante la emergencia

5.4.5.1. Procedimiento ante un incendio / explosión

El procedimiento de actuación ante un incendio en las instalaciones de la planta de benéfico La Orquídea, inicia mediante la detección humana, para luego comunicar de manera verbal al líder del CDE acerca del evento, declarada la emergencia se requiere de la intervención de las brigadas mediante las vías descritas abajo del diagrama de flujo.



Fuente: Seguridad y Salud en el Trabajo – Plan de Emergencia Realizado por Verónica Quijano

La primera vía: ¿es controlable? si la respuesta es SÍ, conato de incendio, y a continuación la intervención de la brigada de prevención de incendios. ¿Conato controlado? si es SÍ, fin de conato, y si es NO, pasa a la segunda vía de intervención.

La segunda vía: ¿afecta a un área parcial de la planta? si la respuesta es SÍ, emergencia parcial, y a continuación la intervención de la brigada de comunicación, solicitando el equipo de apoyo externo, brigada de orden y seguridad ejecutará la evacuación del personal y la brigada de primeros auxilios brindará la ayuda a heridos. ¿La emergencia está controlada? si la respuesta es SÍ, fin de emergencia, y si es NO, pasa a la tercera vía de intervención.

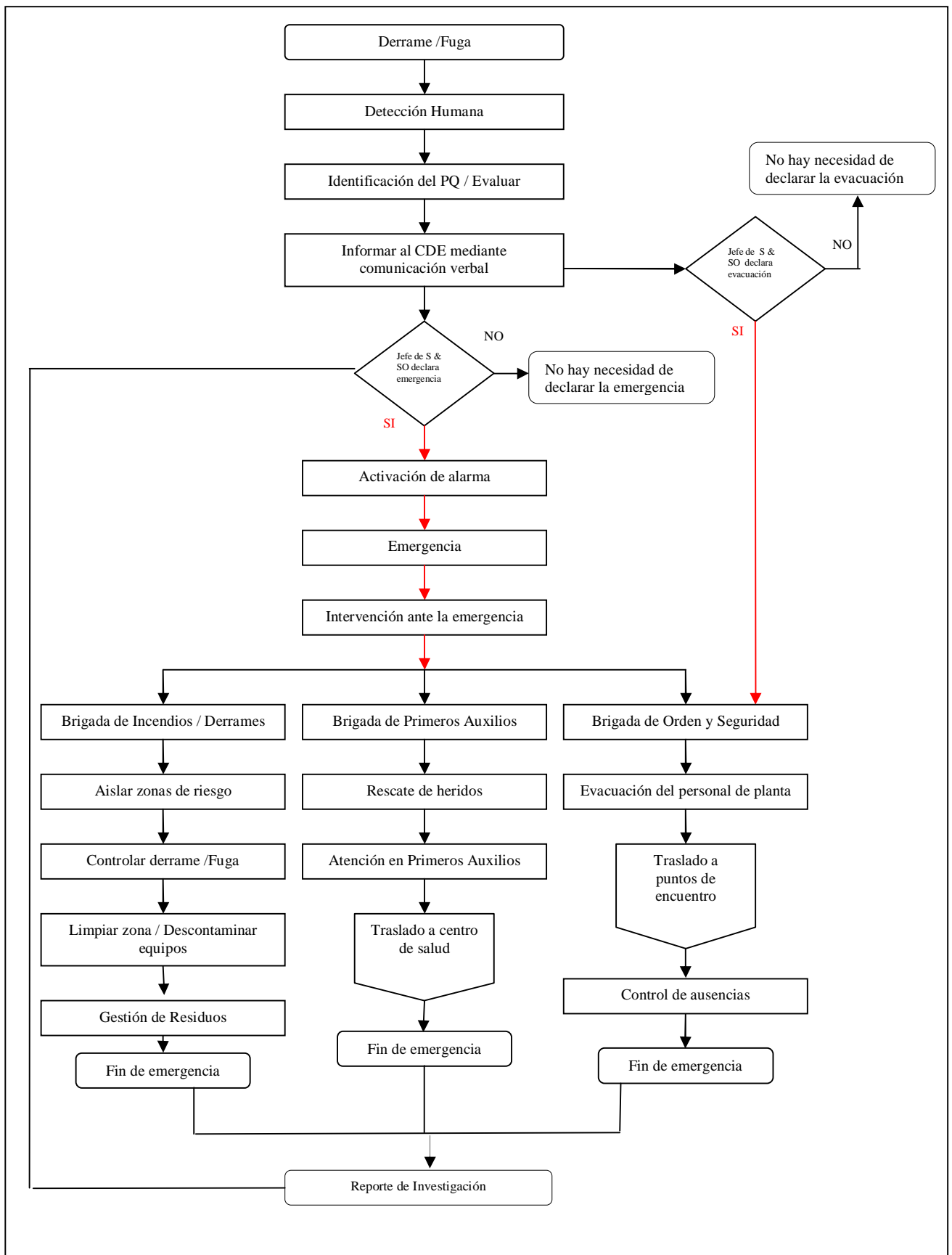
La tercera vía: ¿afecta a toda la planta? si la respuesta es SÍ, emergencia general, actuando a continuación el equipo de apoyo externo con la colaboración de la brigada de prevención de incendios de la empresa ¿Emergencia controlada? si la respuesta es SÍ, fin de la emergencia total, y si es no, otras actuaciones.

Dentro de otras actuaciones, si se detecta la necesidad de otro grupo de ayuda exterior, se procederá a pedir aviso de asistencia mediante comunicación externa, a través de la brigada de comunicaciones.

Finalmente el jefe de S&SO, reportara la investigación de la emergencia, con la finalidad de conocer cual fue el origen y considerar las medidas preventivas necesarias para evitar futuros incendios o conatos.

5.4.5.2. Procedimiento ante un derrame

El procedimiento de actuación ante un derrame de algún producto químico en las instalaciones de la planta de benéfico La Orquídea, es el que se detalla a continuación en el diagrama de flujo



Fuente: Planta de Beneficio la Orquídea Realizado por: Verónica Quijano

La actuación ante un derrame de sustancias peligrosas en las instalaciones de la planta de benéfico La Orquídea, inicia mediante la detección humana, por parte de cualquier trabajador.

A continuación el detalle del procedimiento ante un derrame:

1.- Ante la presencia de un derrame/ fuga de un producto químico, primero se identificará el tipo de sustancia peligrosa dispersada, luego se determinará la magnitud, el volumen derramado y la respuesta de acción a considerar a si como los materiales a usar., como se detalla en la tabla No 5.5

Tabla No 5.5 Procedimiento ante un Derrame

| Magnitud | Volumen | Respuesta | Materiales |
|-----------------|----------------|-----------------------------|------------------------------|
| Pequeño | 500 ml | Absorción | Neutralizantes o Absorbentes |
| Mediano | 500 ml – 5 l | Absorción | Absorbentes |
| Grande | > 5 l | Contención Ayuda externa | Barreras absorbentes |

Realizado por Verónica Quijano

2.- El personal que detecto el derrame/ fuga, comunicará de manera verbal al líder del comité de emergencias CDE, acerca del lugar de riesgo, tipo de sustancia peligrosa y volumen derramado, declarada la emergencia se requerirá de la intervención de las brigadas.

3.- La atención a un derrame estará a cargo de la brigada de prevención de derrames, la actuación a seguir es la que se detalla a continuación.

- a) Comunicar al personal de áreas operativas adyacentes.
- b) Aislar la zona de riesgo.
- c) Evaluar la importancia del vertido, la respuesta al mismo consultando la ficha de seguridad.
- d) Controlar el derrame:
 - 1.- Levantar el o los recipientes caídos, delimitar la superficie del derrame.
 - 2.- Si el vertido es un sólido, recogerlo con cepillo y pala, y depositarlo en una bolsa resistente.
 - 3.- Si el vertido es líquido, contenerlo con un absorbente, distribuyendo este sobre el área cubierta por el derrame, desde la periferia hacia el centro.
- e) Si es preciso, limpiar la superficie afectada con agua y detergente.
- f) Gestión de residuos:
 - 1.- Recoger el producto resultante y si es necesario neutralizarlo químicamente
 - 2.- Guardarlo en un recipiente adecuado (polietileno), etiquetar los residuos para su retirada.
- g) Si se requiere, evacuar al personal de la planta industrial.
- h) Si el material es inflamable, eliminar todo fuente de ignición.
- i) Los brigadistas emplearan el equipo de seguridad apropiado:
 - 1.- Gafas y mascara de protección.
 - 2.- Guantes de composición acorde a los productos derramados (nitrilo, neopreno)
 - 3.- Batas de goma.
 - 4.- Pantalón y chaqueta de material impermeable y resistente.
- j) Uso de equipo de control de derrames:
 - 1.- Pala y escoba.
 - 2.- Recipientes de polietileno u otro material resistente.
 - 3.- Bolsas de polietileno para recoger los residuos.
 - 4.- Material absorbente adecuado a las sustancias químicas derramadas.

4.- La atención de heridos estará a cargo de la brigada de primeros auxilios, la actuación es la siguiente:

- a) Rescatar y retirar al personal afectado del área de riesgo generado por el derrame.
- b) Atención en primeros auxilios al personal herido y / o intoxicados por la sustancia química.
- c) Si se requiere, trasladar al centro de salud al personal gravemente afectado.

5.- Cuando se considere que el derrame puede suponer un riesgo importante (incendio, toxicidad o implique la presencia de vapores), el líder del comité de emergencias dará la orden de evacuación del personal de la planta hacia los puntos de encuentro.

5.4.5.3. Procedimiento ante eventos naturales

El procedimiento general de actuación ante un evento natural para el personal de la planta de beneficio La Orquídea es la que se describe a continuación.

Ü Sismo o terremoto

Considerando la alta actividad sísmica de la zona donde se encuentra implantada las instalaciones de la planta de benéfico La Orquídea, todos los trabajadores, ante la ocurrencia de un temblor o terremoto deben:

- a) Mantener calma y evitar aglomeraciones.
- b) No usar elementos incandescentes o llama viva para iluminar.
- c) Desconectar o apagar artefactos encendidos, eléctricos o de gas.
- d) Permanecer en lugares de seguridad preestablecidos.

- e) Mantenerse alejado de ventanales o puertas de vidrio.
- f) Ante el aviso de evacuación del recinto siga las instrucciones y diríjase a la zona de seguridad preestablecida.
- g) Si ya está en el exterior aléjese de muros, postes de alumbrado eléctrico y árboles altos.
- h) Estando en la zona de seguridad, espere ordenadamente a que se realice el conteo de personas y que se normalice la situación, se autorice al reingreso de los lugares de trabajo.

Ü Inundaciones

Cuando se tenga conocimiento de un frente de mal tiempo que afectará la zona geográfica en la cual se ubica la planta de beneficio La Orquídea, el líder del comité de emergencias CDE, procederá a efectuar una inspección de todos los sistemas de evacuación de aguas lluvias; en caso de ser necesario ordenara despejarlos.

Se efectuará una inspección de las áreas de trabajo y sectores adyacentes, para verificar que no se encuentren equipos, herramientas o maquinarias sin proteger; se dispondrá además que se verifiquen tableros y sistemas eléctricos.

En caso de que se produzcan inundaciones en las instalaciones industriales, el líder del comité de emergencias CDE, dispondrá eliminar el agua de los sectores anegados, utilizando para ello motobombas de ser necesario.

En el caso de no poder controlar la emergencia con medios propios, se solicitará la cooperación del cuerpo de Bomberos; esta situación deberá ser evaluada previamente por el líder del CDE.

En caso de producirse la subida del nivel de las aguas y desbordamiento del río Calera, el líder del CDE, declarará la evacuación del personal de la planta y establecerá la zona de seguridad a utilizar.

5.5.- SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIO

Las señales contra incendio facilitan la información necesaria, e indican claramente la ubicación de los equipos para combatir incendios.

Todos los equipos contra incendios, se señalizarán de acuerdo a la Norma INEN 439; IRAM 10005 y estarán publicadas en el mapa de recursos y evacuación.

Figura No 5.1 Señalización contra incendio





Fuente: Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad, UNE 23033

5.6.- PLAN DE EVACUACIÓN

5.6.1.- Procedimiento de evacuación

El procedimiento general de actuación ante la evacuación para el personal de la planta de beneficio La Orquídea es la que se describe a continuación.

Ü Antes de salir

- a) Interrumpa sus actividades y atienda las instrucciones del personal designado para la evacuación ante una emergencia.
- b) Desconectar toda fuente de poder eléctrica de equipos, maquinaria, electrodomésticos, cierre escritorios, archivadores y ventanas.
- c) No deje abierta ninguna toma de conexión de agua, gas o electricidad.
- d) Abandone el lugar y cierra la puerta al salir.

Ü Durante la evacuación

- a) Salir de las instalaciones utilizando las vías de evacuación establecidas, hasta la zona de seguridad (punto de encuentro)
- b) Durante la evacuación no se volverá a recoger objetos personales ni a buscar a otras personas.
- c) Si tiene algún visitante, cliente, pasante o proveedor llévelo con usted., siendo responsable la persona que lo atendió.

Ü Después de la salida

- a) Permanecer en la zona de seguridad, espere el conteo por parte del jefe de brigada así como la disposición de ingreso de nuevo a la planta por parte del jefe de S & SO.

Para visitantes, clientes, pasantes y proveedores, los procedimientos de actuación a seguir son los que se detallan a continuación.

Ü Antes de salir

- a) Siga las normas que indique el personal asignado para la evacuación.
- b) No regrese hasta que se autorice el ingreso a la planta.

Ü Durante la evacuación

- a) Desaloje inmediatamente las instalaciones, utilizando las vías de evacuación establecidas dirigiéndose hasta el punto de encuentro.
- b) Mantenga la calma y no se detenga en las salidas.

Ü Después de la salida

- a) Permanecer en la zona de seguridad, espere el conteo del jefe de brigada así como la disposición de ingreso de nuevo a la planta por parte del jefe de S & SO.

Los procedimientos específicos para la Brigada de Orden y Seguridad ante una orden de evacuación son los que se detallan a continuación.

Ü Antes de la evacuación

- a) Al recibir la orden de evacuación del personal, abrir inmediatamente la puerta principal de salida despejando completamente la vía.

Ü Durante la evacuación

- a) Mantener despejada la vía de acceso a vehículos de control de emergencias.
- b) La evacuación se realizará a pie.

- c) No detener por ningún motivo la evacuación del personal.
- d) Impedir el ingreso de las personas ajenas a la planta de beneficio La Orquídea.
- e) Priorizar la salida de los vehículos, evitando la congestión y confusión.
- f) Verificar que ninguna persona de la planta de beneficio La Orquídea, permanezca en las instalaciones.
- g) El jefe de brigada dirigirá al personal hacia la zona de seguridad establecida y verificara que se encuentren todos.

Ü Después de la evacuación

- a) Reportar al líder del CDE cualquier situación anómala observada durante la evacuación.

De igual forma los procedimientos de actuación para la Brigada de Primeros Auxilios son los que se detallan a continuación.

Ü Antes de la evacuación

- a) Tranquilizará y estabilizará al herido y si está consciente le ayudará inmediatamente con los medios disponibles en la empresa.

Ü Durante la evacuación

- a) Trasladar al herido hacia el exterior, dirigiéndose al punto de emergencia, junto al punto de encuentro, utilizando las vías de evacuación.
- b) Comunicar inmediatamente al líder del CDE, si el daño es grave o sospecha de ello, para solicitar ayuda externa y garantizar el traslado del herido a un centro de salud.
- c) El Jefe de Brigada evitará que los demás evacuados interfieran en las labores de los brigadistas de primeros auxilios.

Ü Después de la evacuación

- a) El Jefe de Brigada informará al líder del CDE del estado de salud de los heridos asistidos así como los que han sido trasladados a algún centro de salud.

Del mismo modo los procedimientos de actuación para la Brigada de Búsqueda y Rescate son las que se detallan a continuación

Ü Antes de la evacuación

- a) El jefe de brigada mantendrá un registro actualizado del personal por área de trabajo y por turno.
- b) El jefe de brigada coordinará con otras brigadas la evacuación y dirigirá las acciones a realizar por parte de los brigadistas de Búsqueda y Rescate
- c) La brigada monitoreará que las vías de evacuación se encuentren despejadas, veinte minutos antes de la evacuación.

Ü Durante de la evacuación

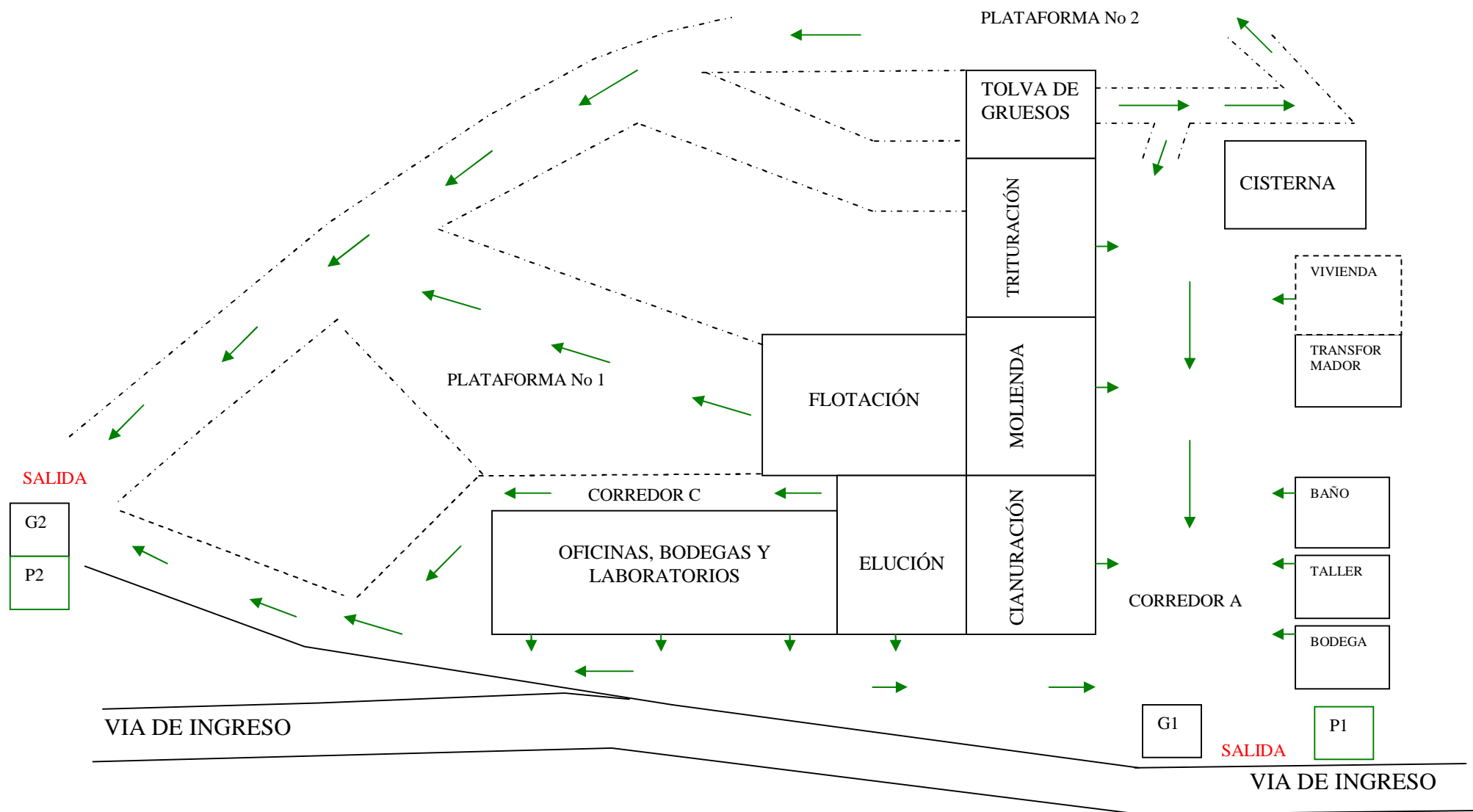
- a) La brigada apoyará en la evacuación y verificara el desalojo completo del personal que se encuentre en las instalaciones de la planta industrial.
- b) Informará al líder del CDE la presencia de personas que se encuentren heridas o atrapadas y procederá al rescate.
- c) La brigada solicitara apoyo externo si es muy necesario para el rescate de víctimas.

Ü Después de la evacuación

- a) Informar al líder del CDE, cualquier situación anómala observada durante la evacuación.
- b) Verificar que en las instalaciones no quede ninguna persona.

5.6.2.- Rutas de evacuación y punto de encuentro

Las rutas de evacuación, puntos de encuentro y emergencia son las establecidas a continuación para la planta de beneficio La Orquídea., como se detalla a continuación en el diagrama.



Todas las vías de evacuación, a si como puntos de reunión y emergencia se señalizarán de acuerdo a la Norma INEN 439; IRAM 10005 y estarán publicadas en el mapa de recursos y evacuación.

Figura No 5.2 Señalización para las vías de evacuación



Fuente: Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

Figura No 5.3 Señalización para puntos de encuentro y emergencia



Fuente: Fuente: INEN 439. Señales y Símbolos de Seguridad

5.6.3.-Tiempo de evacuación

El tiempo estimado de evacuación para la planta de beneficio La Orquídea, se estableció mediante la aplicación de la NTP 436 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT.

Aplicando la formula establecida por esta norma técnica:

$$tE = tD + tA + tB + tPE$$

Donde:

tE= Tiempo de evacuación.

tD= Tiempo de detección.

tA= Tiempo de alarma.

tB= Tiempo de retardo.

tPE= Tiempo propio de evacuación.

Y considerando los valores del método, tenemos:

1. Velocidad de desplazamiento horizontal para una persona adulta sin impedimentos físicos, es de 1m/s
2. Velocidad de desplazamiento vertical (escaleras) para una persona adulta sin impedimentos físicos es de 0,5m/s
3. Tiempo de detección por personal de la planta es de 5 minutos ya que no se dispone de central automatizada.

4. Tiempo de alarma propio de la emisión del sonido del timbre es de 1 minuto.

5. Tiempo de retardo, considerando que el plan de emergencia ha sido implementado correctamente, es de 2 minutos.

6. Tiempo propio de evacuación es el que se estima en la tabla No 5.6 para la planta de beneficio la Orquídea

Tabla No 5.6 Tiempo propio de evacuación

| Áreas de la planta | Ruta de evacuación | Desplazamiento Horizontal | Desplazamiento Vertical | tPE |
|-------------------------------------|--|---------------------------|-------------------------|-------|
| Flotación | Plataforma No 1 – Garita No 2 | 141s | 5 s | 146 s |
| Tolva de gruesos | Plataforma No 2 – Garita No 2 | 167 s | ---- | 167s |
| | Plataforma No 2 – Corredor A | 78s | ---- | 78s |
| Trituración | Corredor A – Garita No 1 | 57s | --- | 57s |
| Molienda | | 35s | --- | 35s |
| Taller | | 25s | --- | 25s |
| Bodega General | | 15 s | --- | 15s |
| Cocina -Comedor | | 10 s | 10 s | 20 s |
| Lixiviación Absorción | Corredor A – Garita No 1 | 25s | 7s | 32s |
| Desorción Elusión | | 25s | 5s | 30s |
| Oficina Administrativa Laboratorios | | 55s | --- | 55s |
| Cosechadores | Corredor C.- Corredor B - Garita No 2 | 153s | ---- | 153s |
| TOTAL | | | | 813s |

Fuente Planta de beneficio la Orquídea Realizado por: Verónica Quijano

El tiempo propio de evacuación es de 813 segundos, aproximadamente igual a 13 minutos, aplicando la formula tenemos

$$tE = 5 + 1 + 2 + 13$$

$$tE = 21 \text{ minutos}$$

El tiempo de evacuación para la planta de benéfico La Orquídea es de 21 minutos; para todo el personal, ya que los discapacitados no tienen impedimento físico, cabe considerar “el tiempo total máximo para una evacuación es de 15 a 20 minutos, siempre que el edificio este debidamente protegido y la propagación del fuego controlada.”¹⁰⁰

Por consiguiente el tiempo de evacuación para la planta de benéfico La Orquídea, deberá mejorar durante la realización de los simulacros.

5.6.4.- Prioridades de evacuación

Se dará prioridad de evacuación al personal que se encuentre herido, inconsciente, asfixiado etc., asimismo al personal discapacitado y todos aquellos que no integran alguna de las brigadas de emergencia., también a visitantes, proveedores, clientes y pasantes que se encuentren dentro de la planta de beneficio La Orquídea.

5.7.- EVALUACIÓN, EFICIENCIA, MANTENIMIENTO Y MEJORA DEL PLAN DE EMERGENCIA

¹⁰⁰ NTP 436 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT pagina 3

Los informes de auditorías internas o externas que se realicen en la planta de beneficio La Orquídea, el adiestramiento del personal que integra el grupo de apoyo interno, las prácticas y simulacros, el control periódico de operatividad y mantenimiento de los medios de autoprotección, proporcionarán información sobre si el plan de emergencia y evacuación responde a los objetivos, si es eficiente, o si es necesario elaborar mejoras.

La actualización y mejora del plan de emergencia y evacuación para la planta de beneficio La Orquídea se realizará siempre que exista un cambio que tenga una incidencia significativa en los procesos metalúrgicos o en las instalaciones industriales, y se evaluara su implementación anualmente.

5.7.1.- Prácticas y simulacros

Con la finalidad de evaluar la capacidad de respuestas de las brigadas de emergencia y del personal de la planta de beneficio la Orquídea ante una emergencia se desarrollara un simulacro previo al proceso de capacitación.

Las practicas y simulacros se realizarán de forma organizada con una periodicidad semestral como mínimo dos al año. El primero de ellos previo aviso y el segundo, aleatoriamente y sin ningún tipo de comunicación.

Durante los simulacros se evaluara, corregirá y mejorara las técnicas de actuación en los distintos niveles de emergencia así:

- Ü Identificación y notificación
- Ü Intervención y control
- Ü Evacuación y conteo
- Ü Recuperación a la normalidad y retorno

El comité de emergencias CDE, será responsable de la evaluación periódica del plan de emergencia y evacuación, durante la realización de los simulacros y emergencias reales que se puedan presentar en las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, verificando el cumplimiento de los procedimientos según el siguiente formato.

Formato No 5.1 Evaluación de simulacro/ emergencia

| Evaluación de Simulacros | | | | Fecha: |
|--------------------------|---|--------|----|---------------|
| No | Ítems a verificar durante la practica y simulacro | Si | No | Observaciones |
| 1 | CDE coordina las diversas situaciones planteadas en la emergencia. | | | |
| 2 | CDE coordina las actuaciones de los equipos que intervienen en la emergencia | | | |
| 3 | Las Brigadas actúan correctamente | | | |
| 4 | Ha habido necesidad de ayuda externa | | | |
| 5 | La actuación de los grupos de apoyo externos ha sido correcta. | | | |
| 6 | Se ha hecho el uso adecuado de extintores | | | |
| 7 | Se han utilizado E.P.I s | | | |
| 8 | Se ha prestado ayuda a heridos y trasladado a algún punto de emergencia. | | | |
| 9 | Se ha controlado el incidente | | | |
| 10 | Se ha realizado el recuento del personal, visitas, clientes etc., en el pinto de encuentro. | | | |
| 11 | Duración del simulacro/ emergencia | | | |
| 12 | Duración de la evacuación | | | |
| 13 | Comentarios | | | |
| 14 | Reunión del CDE para análisis del simulacro Entrega de informe a Gerencia General | | | |
| | | Firma: | | |

Realizado por: Verónica Quijano

5.7.2.-Información e inducción del plan de emergencia y evacuación

5.7.2.1. Información al personal de planta

El plan de emergencia y evacuación será informado a todos los niveles de la planta de beneficio La Orquídea de la empresa AMLATMINAS SA., se pondrá en conocimiento lo siguiente:

- Ü Las zonas, escenarios de las instalaciones que pueden ser origen de la activación de una emergencia
- Ü Los canales de comunicación que permitirán una rápida comunicación del inicio y fin de la emergencia.
- Ü Cual es la actuación individual y responsabilidad de todo el personal.
- Ü Los procedimientos de actuación de los integrantes de las brigadas.
- Ü Localización y ubicación de los equipos de autoprotección de uso común.
- Ü Localización de rutas de evacuación, puntos de encuentro y emergencia.

5.7.2.2. Inducción a personas externas a la planta

Se pondrá en conocimiento, mediante inducción a todo visitante, cliente y pasante que se encuentre dentro de las instalaciones de la planta de beneficio La Orquídea, el responsable de la inducción será el líder del comité de emergencias CDE, quien indicará lo siguiente:

- ü Organización de la emergencia.
- ü Los procedimientos de actuación para personas ajenas a las planta.
- ü Señalización de evacuación
- ü Localización de rutas de evacuación, puntos de encuentro y emergencia.

5.7.3.-Formación del personal que integra el equipo de apoyo interno

Todo el personal implicado en tareas específicas del plan de emergencia y evacuación, recibirá la suficiente formación en función de sus responsabilidades de actuación ante la emergencia. La formación y entrenamiento debe ser impartida y evaluada periódicamente en función de las necesidades detectadas.

5.7.3.1.- Brigada contra Incendio

Dar a conocer los conocimientos necesarios para crear una actitud preventiva en seguridad contra incendios y entrenar al personal para controlar estos eventos.

- ü Conocimiento de las instalaciones y definición de zonas de riesgo.
- ü Conocimiento de las sustancias peligrosas utilizadas en planta.
- ü Conocimiento de equipos de extinción y sus clases.
- ü Conocimiento en el manejo adecuado de medios de autoprotección disponibles.
- ü Clases de fuego.

- Ü Medios y métodos de extinción.
- Ü Funciones de la brigada (Funciones y responsabilidades).
- Ü Sistemas de comunicación y cadena de mando.
- Ü Equipos de protección personal para combatir el fuego.
- Ü MSDS y/o hojas de datos de seguridad de las sustancias peligrosas.

5.7.3.2.- Brigada de prevención de Derrames

Dar a conocer los conocimientos necesarios para crear una actitud preventiva en seguridad contra derrames y entrenar al personal para controlar y remediar eventos fortuitos que puedan generar impacto a la salud y ambiente ante un evento de derrame.

- Ü Conocimiento de las instalaciones y definición de zonas de riesgo.
- Ü Conocimiento de las sustancias peligrosas utilizadas en planta.
- Ü Funciones de la brigada (Funciones y responsabilidades).
- Ü Sistemas de comunicación y cadena de mando.
- Ü MSDS y/o hojas de datos de seguridad de las sustancias peligrosas.
- Ü Evaluación de la sustancia química derramada.
- Ü EPP para caso de derrame.
- Ü Señalización del área de derrame.
- Ü Herramientas, equipos, materiales para control de derrame.

- Ü Procedimiento de actuación ante un derrame.
- Ü Medidas de mitigación y/o prevención para evitar derrames.

5.7.3.3.- Brigada de Primeros Auxilios

Entrenar al personal de brigada, para la atención en primeros auxilios y traslado de los accidentados a un centro de asistencia medica, todas las capacitaciones deben tener la práctica correspondiente

- Ü Principios generales. Botiquín de primeros auxilios.
- Ü Valoración del lesionado.
- Ü Vendajes.
- Ü RCP.
- Ü Lesiones en huesos y articulaciones.
- Ü Heridas / hemorragias, quemaduras.
- Ü Cuerpos extraños.
- Ü Intoxicaciones.
- Ü Picaduras y mordeduras.
- Ü Enfermedades de aparición súbita.
- Ü Transporte adecuado.
- Ü Funciones y responsabilidades de los brigadistas.

5.7.3.4.- Brigada de Búsqueda y Rescate

Capacitados para la búsqueda y rescate de víctimas, todas las capacitaciones deben tener la práctica correspondiente:

- Ü Tipos de estructuras.
- Ü Indicadores de colapso.
- Ü Características y tipos constructivos.
- Ü Tipos de colapso y áreas de sobrevivencia.
- Ü Procedimientos de prevención de riesgos.
- Ü Consideración de prevención de riesgos.
- Ü Cuerdas usadas en rescate.
- Ü Nudos básicos.
- Ü Equipo de rescate.
- Ü Herramientas asociadas.
- Ü Tipos de anclaje.
- Ü Rescate en edificaciones incendiadas.
- Ü Rescate en edificaciones derrumbadas.
- Ü Localización y búsqueda de víctimas.
- Ü Precauciones durante el rescate.

5.7.3.5.- Brigada de Orden y Seguridad

Entrenados para lograr la supervivencia de un grupo de personas, mediante la movilización hacia sitios seguros, en el menor tiempo posible como respuesta a una acción de emergencia:

- Ü Preparación para la evacuación.
- Ü Criterios de evacuación y actuación en cada emergencia.
 - a. Naturales
 - b. Industriales
- Ü Funciones y responsabilidades de los brigadistas.
- Ü Cadena de mando y comunicaciones.
- Ü Consideraciones para los sitios seguros.

5.7.4.- Uso y Mantenimiento de equipos contra incendios

El procedimiento general de uso, mantenimiento y control de recarga de equipos contra incendios para la planta de beneficio La Orquídea es la que se describe a continuación.

- Ü El jefe de S&SO, levantará el inventario de los extintores del centro de trabajo (planta de beneficio La Orquídea y verificara mensualmente a aquellos que se encuentran por caducar a fin de programar la recarga correspondiente.
- Ü El jefe de S&SO, será responsable en capacitar a todo el personal que conforma la brigada de prevención de incendio / derrame, sobre el uso y manejo de extintores, la participación en la capacitación deberá ser registrada.

- Ü Luego de la capacitación, el jefe de S&SO, realizará la gestión para la recarga y mantenimiento de los extintores portátiles, ante una empresa certificada para el trabajo y evidenciará esta gestión en una acta de entrega-recepción.

- Ü Los extintores que estén en mantenimiento, serán reemplazados por otros equipos de iguales características por parte de la contratista mientras dure el servicio, actividad que será ejecutada sin costo adicional.

- Ü La empresa contratista, luego de brindar el servicio de recarga y mantenimiento a dichos extintores, deberá ubicar en el centro de trabajo dichos extintores y a su vez emitirá al responsable de S&SO un acta de entrega –recepción.

- Ü El jefe de S&SO, realizará una inspección bimensual de los extintores portátiles, evidenciada mediante un registro esta observación consistirá en verificar lo siguiente:
 - a) Que los dispositivos de seguridad no hayan sido manipulados (verificar sello de seguridad y pasador).
 - b) Que el extintor se encuentre en el lugar en el que fue asignado.
 - c) Que el acceso y la visibilidad del extintor se encuentre libre de obstáculos.
 - d) Que las instrucciones de operación (señalización) existan cerca de cada extintor y se encuentren claramente visibles y legibles.
 - e) Que la posición del indicador de presión se encuentre en estado normal.
 - f) Adicionalmente en los extintores de Polvo Químico Seco (PQS) se deberá voltear el extintor para que el polvo que se encuentra en el interior no se apelmace y permita que el gas presurizado se distribuya alrededor de todo el cilindro.

- g) Inspección ocular del estado externo de las partes mecánicas (boquilla, válvula, manguera)
- h) Realizar inspección visual en el extintor para detectar: ralladuras, problemas serios de pintura, corrosión, golpes, globos, panza, estado de la base, fisuras, soldaduras, abolladuras.
- i) Realizar limpieza del extintor.

5.7.5.-Implementación de materiales y equipos

Se detalla a continuación los equipos y materiales que deberá la planta de beneficio La Orquídea implementar para combatir eventos de incendio y derrame de darse el caso en las instalaciones.

5.7.5.1.-Equipo contra incendios

El equipo contra incendio con el que cuenta la planta de beneficio La Orquídea se encuentra conformado por extintores manuales, los mismos que se detallaron en la sección 3.5.

Los extintores cumplen un papel predominante en caso de incendio ya que son los primeros elementos que se usan para evitar la propagación del fuego. La planta de beneficio La Orquídea dispone de extintores tipo PQS y CO₂ distribuidos como se detalla en la tabla No 5.7

Tabla No 5.7 Extintores de Incendio

| Área de Ubicación | Extintores de Incendio | | | |
|--------------------------|------------------------|--------|---------------|----------|
| | Tipo | Agente | Capacidad lb. | Cantidad |
| Oficina | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Bodega de Ácidos | | CO2 | 20 | 1 |
| Garita No1 | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Comedor /cocina | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Taller | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Transformador de energía | | CO2 | 20 | 1 |
| Área de molienda | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Área de trituración | ABC | PQS | 20 | 1 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

Sin embargo existen áreas de trabajo, donde no se cuenta con estos dispositivos contra incendio, por lo tanto es necesario implementar los siguientes extintores, como se detalla en la tabla No 5.8

Tabla No 5.8 Extintores Manuales a Implementar

| Área de Ubicación | Extintores de Incendio | | | |
|-------------------------------|------------------------|--------|---------------|----------|
| | Tipo | Agente | Capacidad lb. | Cantidad |
| Laboratorio de Adsorción | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Área de Flotación | ABC | PQS | 20 | 1 |
| Tableros de control | BC | CO2 | 15 | 4 |
| Almacenamiento de combustible | BC | CO2 | 100 | 2 |

Fuente: Planta de Beneficio La Orquídea

5.7.5.2.-Bocas de Incendio BIE

Las bocas de incendio BIE, “son mecanismos de extinción constituidos por una serie de elementos acoplados entre si y conectados a la reserva de agua para incendios que cumple con las condiciones de independencia, presión y caudal necesarios, debe instalarse desde la tubería para servicios contra incendio y se derivará en cada planta, para una superficie cubierta de 500m²

o fracción, que dispondrá de una válvula de paso con rosca NST a la salida en mención y estará acoplada al equipo de mangueras contra incendio”¹⁰¹

En consideración a lo expuesto anteriormente, la planta de beneficio La Orquídea necesita instalar tres bocas de incendio con las siguientes características como lo demanda el reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio, como se describe a continuación.

- Gabinete de incendio¹⁰²

Todos los elementos que componen la boca de incendio equipada, estarán alojados en su interior, colocados a 1,20 metros de altura del piso acabado a la base del gabinete, empotrados en la pared y con la señalización correspondiente, tendrá las siguientes dimensiones 0,80 x 0,80 x 0,20 metros y un espesor de lamina metálica de 0,75 mm. Con cerradura universal (triangular). Se ubicara en sitios visibles y accesibles sin obstaculizar las vías de evacuación, a un máximo de 30 metros entre si.

El gabinete alojará a demás en su interior un extintor de 10 libras (4,5 kilos) de agente extintor, con su respectivo accesorio de identificación, una llave spaner, un hacha de pico de cinco libras (5lbs), la que debe estar sujeta al gabinete.

Los vidrios de los gabinetes contra incendio tendrán un espesor de dos a tres milímetros y bajo ningún concepto deben ser instalados con masillas o cualquier tipo de pegamentos.

¹⁰¹ Art 33 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio pagina 8

¹⁰² Art 34 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio pagina 8

- Manguera de incendio¹⁰³

Será de material resistente de un diámetro de salida mínima de 1½ pulgadas (38mm) por 15 metros de largo y que soporte 150 PSI de presión, en casos especiales se podrá adoptar por doble tramo de manguera, en uno de sus extremos existirá una boquilla o pitón regulable.

- Boquilla o pitón¹⁰⁴

Debe ser de un material resistente a los esfuerzos mecánicos así como a la corrosión, tendrá la posibilidad de acondicionamiento para permitir la salida de agua en forma de chorro o pulverizada.

Para el acondicionamiento de la manguera se usará un soporte metálico móvil, siempre y cuando permita el tendido de la línea de manguera sin impedimentos de ninguna clase.

Para el funcionamiento idóneo de los BIE's, será necesario implementar una reserva de agua propia para incendio, con alimentación continua, para lo cual se implementará una cisterna de capacidad de 13.000 litros, (13 m³) así como la red hídrica a cada boca de incendio, de hierro galvanizado.

5.7.5.3.-Sistemas Automáticos de Detección

¹⁰³ Art 34 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio pagina 8

¹⁰⁴ Art 34 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio pagina 8

Son dispositivos, que sin intervención humana y de forma permanente, miden alguna variable física (calor, humo, monóxido de carbono) asociada con el inicio de un incendio y que comunican, al menos una señal de estado de fuego, a la central de control.

El reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendio, señala que los sistemas automáticos deben tener los siguientes componentes:

- Tablero central
- Fuente de alimentación eléctrica
- Detectores de humo
- Alarmas manuales
- Difusores de sonidos
- Sistemas de comunicación
- Señal de alarma sonora y visual

La INSHT clasifica a los detectores de incendio de la siguiente manera como se detalla en la tabla No 5.9

Tabla No 5.9 Detectores de incendio

| Tipos de detectores de incendios | | | |
|--|--|--|---|
| Iónicos | Ópticos de humos | Ópticos de llamas | Térmicos |
| Detección gases y humos Aplicables a todo tipo de fuegos Fallan con corrientes de aire y con polvo Solución con para vientos y telas filtrantes | Detectan humos visibles Aplicable a fuegos de sólidos Fallan en ambientes con polvo. | Detectan radiaciones IR o UV de las llamas Aplicables a fuegos de líquidos inflamables Fallan en ambientes con radiación solar o de soldadura Solución con filtros, mecanismos retardadores y sensores dobles | Detectan la superación de una temperatura fija o un Incremento rápido Aplicables a zonas donde se puede producir un incremento rápido de temperatura |

Fuente: <http://www.insht.es>

Se ubicarán dispositivos automáticos de tipo iónico en oficina administrativa y laboratorio de adsorción, en función a las especificaciones de la norma NFPA 72.

5.7.5.4.- Equipo contra derrames

Se dispondrá de dos kit para derrames en las bodegas de químicos donde se almacena productos químicos, estos dispositivos estarán constituidos por los siguientes materiales: absorbentes químicos de alta capacidad, bolsas para disposición temporal, pala y escoba, recipiente plástico para contención de los desechos generados.

Con la finalidad de prevenir afectaciones al personal de la planta de beneficio La Orquídea, por el manejo de productos químicos, se deberá mantener publicada la hoja de seguridad MSDS de cada sustancia peligrosa.

El almacenamiento de los productos químicos deberá realizarse conforme lo indicado en la norma 2266 de la siguiente manera:

- ü Se almacenaran de acuerdo al grado de compatibilidad entre ellos.
- ü Los envases no deben estar colocados directamente en el piso sino sobre plataformas o paletas.
- ü Los envases con productos líquidos deben apilarse con los cierres hacia arriba.
- ü Los envases deben apilarse de tal forma que no se dañen unos con otros.
- ü Los envases deben apilarse en las paletas de acuerdo a una sola clasificación.

- Ü La altura de apilado no debe exceder a dos paletas; solamente se permite colocar un bulto encima de otro y cada bulto no debe tener más de 1,3 metros de alto.
- Ü Los envases deben estar debidamente identificados.

5.7.6.-Implementación de mapa riesgos, recursos y vías de evacuación

La gerencia general de la empresa Amlatminas S.A., se comprometerá a elaborar el mapa de riesgos de cada una de las áreas de trabajo, previamente identificados por el jefe de S&SO, y mediante el levantamiento topográfico de las instalaciones, se procederá a dibujar el plano con la finalidad de ubicar los riesgos.

De igual manera y de forma independiente se realizara el mapa de recursos donde se ubicaran todos los equipos de incendio y se detallaran las vías de evacuación ya descritas anteriormente.

6.- ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1.-ANÁLISIS DESCRIPTIVO; CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO.

6.1.1.-Análisis Descriptivo

En este capítulo se describe el análisis de las metodologías específicas utilizadas en la evaluación del riesgo de incendio por ser los más complejos, a continuación en listamos los métodos a estudiar.

- ü Método Gretener

- ü Método Frame

Cabe aclarar que existen algunas metodologías cuantitativas no específicas para evaluar el riesgo de incendio, como son: Índice de Fine, Índice de Mond, Hazard Rating Number (HRN), etc., entre ellas se destaca el Índice de Dow, que evalúan combinadamente la ocurrencia de explosión, incendio y toxicidad en un sistema determinado. No entraremos en el análisis de este método por ser muy específico y usado en instalaciones de tipo petroquímico.

6.1.1.1.- Método Gretener

Este método fue creado entre 1960 y 1965 por el ingeniero Max Gretener, de nacionalidad Suiza. El fundamento del método está orientado a la evaluación matemática del riesgo de incendio de construcciones industriales y de edificaciones. Se basa en el cálculo del riesgo potencial efectivo (R), con el riesgo potencial admisible (Ru).

El método Gretener, es uno de los más completos en cuanto a la cantidad de elementos que valora, dado que asume como punto de partida que el riesgo cumpla las normas vigentes en materia de seguridad, tales como: distancias entre edificios, vías de evacuación, iluminación de seguridad, etc.

El cálculo se basa en:

$$R = B * A \qquad R = P/M * A \quad (1)$$

Donde:

B: Peligro global = P/M

P: Peligro potencial. Producto de todos los factores de peligro

M: Medidas de protección. Producto de todos los factores de protección

A: Peligro de activación

El peligro potencial (P) se calcula como el producto de todos los factores de peligro. A su vez, las medidas de protección (M) se calculan como el producto de todos los factores de protección; como sigue:

$$P = (q * c * r * k) (i * e * g) \quad (2)$$

$$M = N * S * F \quad (3)$$

En la ecuación (2), $(q * c * r * k)$ representa el producto de los *peligros inherentes al contenido*, y $(i * e * g)$ representa el producto de los *peligros inherentes a la edificación*. Los factores antes mencionados tienen el siguiente significado independiente:

q : Carga térmica mobiliaria (Q_m)

c : Combustibilidad (inflamabilidad y velocidad de combustión) (Fe)

r : Formación de humos (Fu)

k : Peligro de corrosión o toxicidad (Co/Tx)

i : Carga térmica inmobiliaria (de la construcción portante) (Qi)

e : Nivel de planta o altura útil del local (E, H)

g : Amplitud de los compartimientos cortafuego y su relación largo/ancho ($A:B, 1:b$)

En la ecuación (3) ($N * S * F$) representan el producto de todos los factores de protección donde:

$$N = \prod n_i; S = \prod s_i; F = \prod f_i$$

En las ecuaciones (4, 5 y 6), n_i , s_i y f_i tienen el siguiente significado:

- $n1$: Extintores portátiles. Sólo los que cumplan con toda regla.
- $n2$: Hidrantes interiores y sistema de red contra incendio.
- $n3$: Fiabilidad de las fuentes de agua para extinción.
- $n4$: Distancia de los hidrantes exteriores, longitud de mangueras desde el hidrante hasta la entrada del edificio.
- $n5$: Capacitación del personal en materia de extinción.

- $s1$: Detección del fuego.
- $s2$: Alarmas.
- $s3$: Disponibilidad de bomberos propios y externos.
- $s4$: Tiempo para intervención de bomberos profesionales.
- $s5$: Instalaciones para extinción.
- $s6$: Equipos para extracción de calor y humos.

- $f1$: Resistencia al fuego de elementos estructurales del edificio.
- $f2$: Resistencia al fuego de las fachadas.
- $f3$: Resistencia al fuego de las separaciones entre plantas.
- $f4$: Dimensión de las células cortafuegos, teniendo en cuenta las superficies vidriadas que pueden utilizarse, por ruptura, para extracción de calor y humos.

A continuación describiremos los parámetros P , N , S y F , indicando junto a cada uno de ellos el valor máximo que pueden adoptar como producto de los valores máximos de cada factor p_i , n_i , s_i o f_i .

Peligro potencial (P): evalúa las condiciones de riesgo intrínsecas a la actividad industrial desarrollada y a las características de distribución del edificio, el valor máximo atribuido es (P máximo: 112.32).

Medidas normales de protección (N): Evalúa las medidas de protección consideradas normales respecto al incendio. El valor máximo atribuido a cualquier parámetro n es 1.00, (N máximo: 1.0), lo que significa que la presencia de uno de ellos no reduce el riesgo sino que tan sólo no lo empeora. Ello es debido a que en este método se considera que éstas son las medidas mínimas necesarias y su ausencia penaliza el índice de riesgo obtenido. Si bien éste es un aspecto conceptual, permite diferenciar con claridad las medidas de tipo n de las de tipo s .

Medidas especiales de protección (S): Establece como medidas especiales de protección todas aquellas encaminadas a reducir el tiempo de detección, la activación y difusión de la alarma, la intervención y las instalaciones fijas de extinción. El valor máximo atribuido es (Smáx: 7.93).

En el factor “detección” se contempla la vigilancia propia y permanente, la detección automática y los rociadores automáticos, ya que a parte de iniciar la extinción, también cumplen una función de detección.

El factor “transmisión de la alarma” contempla las garantías con las que la señal del detector será transmitida eficazmente hasta los equipos de intervención (en general, bomberos, policías locales o centrales receptoras de alarmas).

Ante la desigualdad de equipamiento y formación que existe entre unos equipos de intervención y otros (ya sean voluntarios o profesionales), el método Gretener establece una clasificación en siete categorías de acuerdo con la política al respecto establecida en Suiza, otorgando a cada categoría un coeficiente diferente en el factor “intervención”. Ello hace que la aplicación de este punto en otros países con estructuras de protección distintas requiera de una adaptación previa de éstas.

Asimismo destaca la presencia de un factor para la evacuación de humos a través, generalmente, de ventanas que permitirán la salida de productos de la combustión al abrirse o fracturarse, obsérvese que los parámetros de tipo S son mayores que la unidad salvo en el caso del tiempo de intervención.

Medidas inherentes a la construcción (F): Con el cálculo de los factores f , se evalúa la capacidad de resistencia al fuego propia de la edificación que alberga las instalaciones. El valor máximo atribuido es (F máximo 2.72).

Cálculo del peligro de activación (A): El factor A , peligro de activación, se desarrolla poco y se deja abierto a la subjetividad del observador. Como única ayuda, se presenta como orientación una tabla con ejemplos tipo. Resultan evidentes las limitaciones de este método a la hora de valorar, de manera concreta y específica, el riesgo de activación de un incendio en un lugar determinado. Los valores atribuidos son (A mínimo: 0.85; A máximo: 1.8)

Una interesante aportación del método, es la estimación del peligro para las personas (PHE), de especial interés para aquellos riesgos en los que la masificación o las dificultades de evacuación pueden suponer un agravante de importancia. El cálculo de este factor se hace tomando en consideración el aforo de la planta, la altura de la misma

respecto al nivel del suelo y la categoría de la exposición al riesgo de las personas que vendrá determinada por la facilidad/dificultad de evacuación atendiendo a las características de la actividad desarrollada. En función de estos parámetros, el factor “exposición para las personas” toma valores entre 0.40 y 1.00.

El Método Gretener distingue entre distintos tipos de edificaciones según la influencia que tengan en la propagación del fuego, según los siguientes tipos: A= Maciza, B= Mixta C= combustible.

Una vez calculado el valor del Riesgo de Incendio Efectivo (R), el método pide fijar un valor de Riesgo de Incendio Aceptado (R_u); que se obtiene partiendo de un valor de Riesgo Normal ($R_n = 1.3$), corregido por un factor que tiene en cuenta el mayor o menor peligro para las personas (PHE), según las siguientes expresiones y tabla.

$$R_u = R_n * PHE \quad (7)$$

$$R_u = 1.3 * PHE \quad (8)$$

| PHE | Peligro para las personas |
|------------|--|
| <1 | Si el peligro es elevado. Hoteles, hospitales, cines, teatros, edificios de gran altura. |
| 1 | Si el peligro para las personas es normal. |
| >1 | Si el peligro para las personas es bajo. Áreas restringidas a las personas. |

Finalmente, de la comparación entre el *Riesgo de Incendio Efectivo (R)* con el *Riesgo de Incendio Aceptado (R_u)*, podemos deducir si la seguridad contra incendios es o no suficiente. Para ello se utiliza el *Factor de Seguridad contra Incendios (γ)*:

$$\gamma = Ru / R \quad (9)$$

De manera que si $\gamma < 1$, la seguridad contra incendios del edificio o compartimiento cortafuegos es insuficiente y habrá que adoptar medidas correctivas.

En resumen, el método Gretener, se fundamenta en la comparación del riesgo potencial de incendio efectivo con el valor del riesgo potencial admisible. La seguridad contra incendios es suficiente, siempre y cuando el riesgo efectivo no sea superior al riesgo aceptado.

Como ventaja el método Gretener considera una gran cantidad de factores y medios de protección y como inconveniente es la falta de especificidad del factor de activación, y del factor de corrección del riesgo normal para las personas, otra desventaja es que no contempla las pérdidas derivadas del paro de la actividad a consecuencia de un incendio.

6.1.1.2.- Método Frame

Frame fue desarrollado por el ingeniero belga Erik De Smet, a partir de los métodos Gretener, ERIC, las normas alemanas DIN 18230 y austriacas TRBV100; las tarifas de los aseguradores contra el incendio, y otros.

Frame, se apoya en cinco principios de base:¹⁰⁵

¹⁰⁵ Frame 2011 Manual paginas 4 y5

1.-El método parte de la consideración básica, de que en un edificio bien protegido existe un equilibrio entre el peligro de incendio y la protección. Medido por números se puede decir que en este caso, el cociente peligro: protección = riesgo es <1 , y que por consiguiente un valor más grande refleja una situación de peligro.

2. Se puede medir el riesgo por tres series de cálculos. Una serie mide el peor escenario posible como “riesgo potencial ($P = q \times i \times g \times e \times v \times z$); la segunda serie mide la magnitud posible de las consecuencias, es el “riesgo admisible ($A = 1.6 - a - t - c$); y la tercera serie integra las dos anteriores para definir el valor del riesgo ($R = P/A \cdot D$).

3. Se puede calcular la protección a partir de valores específicos para las diferentes técnicas de protección ($D = W \times N \times S \times F$). El peligro de incendio se puede reducir por la previsión de medios y medidas de protección adecuados, como: red hidráulica, medios de evacuación, resistencia al fuego del edificio, extintores portátiles, hidrantes interiores, instalaciones automáticas, brigadas para extinción y bomberos públicos, separación física de riesgos, etc.

4.-Hay que efectuar tres cálculos, correspondientes a tres aspectos del incendio: Un primer cálculo para el edificio y su contenido, un segundo para las personas presentes, y un tercero cálculo para la actividad (económica) que tiene lugar en el edificio.

Los factores no afectan de la misma manera el riesgo para el patrimonio, el riesgo para las personas o el riesgo para las actividades. En realidad el riesgo potencial y el riesgo admisible no son los mismos y los medios de protección actúan diferente por cada tipo de riesgo.

5. La unidad de cálculo es un compartimiento de un piso. Cuando hay varios compartimientos o más de un piso, se necesita una serie de cálculos por compartimiento y por piso, o por lo menos un juego de cálculos por los compartimientos más representativos o peligrosos.

En resumen Frame, utiliza tres elementos globales de medición para el cálculo del riesgo de incendio, se refieren al cálculo del riesgo del patrimonio, de las personas y de las actividades., la medición resultará adecuada si el valor de los elementos globales no supera la unidad.

El método ofrece la posibilidad de efectuar un cálculo que denomina “Riesgo Inicial”, para medir mediante una escala gráfica, los equipamientos para detección y combate de incendios que harían falta al recinto de acuerdo a su valoración del riesgo, este valor, nos ofrecerá una orientación general adicional sobre el equipamiento necesario.

Frame es aplicable a compartimientos individuales, otorgando exactitud y claridad de los resultados, un inconveniente es que el método no puede medir instalaciones al aire libre.

6.1.2.-Análisis Cualitativo

Las características cualitativas de los métodos de evaluación del riesgo de incendio se detallan en la siguiente tabla No 6.1

Tabla No 6.1 Características Cualitativas

| | Métodos de Evaluación | |
|------------|---|---|
| | Gretener | Frame |
| Autor | M GRETENER | E. DE SMET |
| Año | 1965 | 1988 |
| País | SUIZA | BÉLGICA |
| Fuentes | ORIGINAL | GRETENER Y ERIC |
| Aplicación | Toda clase de edificaciones e industrias | Toda clase de edificaciones e industrias. |
| Objetivo | Evaluar el riesgo de incendio mediante un solo valor, considerando la propiedad, y considerando a las | Evaluación del riesgo de incendio mediante tres valores, para el patrimonio, las personas y las |

| | | |
|--|--|---|
| | personas de forma indirecta. | actividades. |
| Calculo | Mediante una ecuación. Compara el riesgo admisible con el efectivo. | Mediante tres ecuaciones. Además de un valor Ro general de orientación. |
| Factores que agravan el riesgo de incendio | Carga de incendio mobiliaria, combustibilidad, Humos, toxicidad, carga inmobiliaria, nivel de planta, Dimensión superficial, etc. | Igual que ERIC y Gretener más un factor de dependencia, un factor ambiente, acceso y ventilación. |
| Factores que reducen el riesgo de incendio | Normales (extintores, bien, hidrantes.), especiales (detección, transmisión.) y Construcción (resistencia al fuego portante, fachada.) | Igual que Gretener y ERIC más unos factores escape y de salvamento. |
| Observaciones | Método completo y muy metódico, y ofrece un informe al final. | Método muy completo que da resultados por separado para el patrimonio, personas y actividades. |

Fuente: José Fuertes 2003- Análisis comparativo Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio

A continuación en la tabla No 6.2 se detalla los elementos y subelemento implicados en la estimación del origen y dinámica del incendio considerados en los métodos Gretener y Frame par la evaluación del riesgo de incendio.

Tabla No 6.2 Elementos valorados

| ORIGEN DEL INCENDIO | Elemento | Subelemento | Gretener | Frame |
|-----------------------|---|---|----------|-------|
| | Carga calorífica de los materiales y contenidos | | si | si |
| | Elementos inflamables | | si | si |
| | Activación | Actividad principal generadora de calor | si | si |
| | | Sistemas de calefacción | no | si |
| | | Instalaciones eléctricas | no | si |
| | | Riesgo de explosión | no | si |
| | | Actividades secundarias generadoras de calor | no | si |
| | | Revestimiento de superficies con productos combustibles | no | si |
| DINAMICA DEL INCENDIO | Evacuación | Unidades de paso | no | si |
| | Carga calorífica inmobiliaria | | si | si |
| | Límite máximo permisible de temperatura según contenidos | | no | si |
| | Conducción del calor de los contenidos por su dimensión | | no | si |
| | Área del recinto | | si | si |
| | Elevación del recinto (plantas) | | si | si |
| | Ventilación | | si | si |
| | Acceso de cuerpos externos de auxilio | | no | si |
| | Evacuación | Unidades de paso | no | si |
| | | Cantidad de personas a evacuar | si | si |
| | | Número de direcciones de salidas | no | si |
| | | Coeficiente de movilidad | si | si |
| | Sustitución-reposición de contenidos | | no | si |
| | Pérdida de valor añadido | | no | si |
| | Resistencia estructural al fuego | | si | si |
| | Recursos de agua | Cantidad | si | si |
| | | Distribución | si | si |
| | | Conexiones | si | si |
| | | Presión | si | si |
| | Protección básica | Señalización | no | si |
| | | Medios de extinción | si | si |
| | | Bomberos (tiempo de arribo) | si | si |
| | | Capacitación | si | si |
| | Protección especial | Detección automática | si | si |
| | | Recursos de agua | si | si |
| | | Protección con rociadores automáticos | si | si |
| | | Bomberos (disponibilidad y nivel) | si | si |
| | Resistencia al fuego de elementos arquitectónicos | | si | si |
| | Escape (facilidades aceleradoras de evacuación y retardadoras de fuego) | Detección automática | no | si |
| | | Recorridos de evacuación | si | si |
| | | Protecciones | no | si |
| | Salvamento de contenidos y operaciones | Protección de las actividades | no | si |
| | | Protección de los contenidos y operaciones | no | si |

Fuente: Roberto Garza 2007 Análisis - Métodos Cualitativos

Evidentemente el método Frame valora todos los 21 elementos y 28 subelementos que participan en el inicio y evolución de un incendio, por lo tanto a esta metodología se la puede considerar como “integral”, es decir la más completa, y se la relacionar con la norma NFPA 101 Código de Seguridad Humana, como se detalla a continuación en la tabla No 6.3

Tabla No 6.3 NFPA 101 vs Frame

| Norma NFPA 101 | Método Frame |
|---|--|
| Cap 4 Generalidades -Protección de los ocupantes -Integridad estructural -Efectividad de los sistemas para mitigar el riesgo | El método, se fundamenta en el cálculo al riesgo patrimonial (estructura y contenido), riesgo a las personas (ocupantes del establecimiento) y riesgo a la actividad (medios de protección) |
| Cap 6 Clasificación de las ocupaciones -Riesgo de los contenidos | Cálculo del factor de carga calorífica q; (subfactor: carga calorífica inmobiliaria, carga calorífica mobiliaria) factor de propagación i; (subfactor: aumento de temperatura, dimensión media del contenido, reacción al fuego de las superficies) factor de superficie g, Cálculo del factor de contenido c |
| Cap 7 Medios de egreso -Salidas -Puertas .Nivel de pisos -Capacidad medios de egreso -Numero de medios de egreso -Distancia de recorridos hasta la salida | Cálculo del factor de acceso z; indica la influencia de las posibilidades de acceso, el valor de H, el desnivel entre el compartimento y el nivel del suelo. Cálculo de K, el número de las rutas disponibles y distintas. Cálculo del factor de tiempo de evacuación t; mide el tiempo requerido para evacuar el compartimento, se calcula en función del número y de la movilidad de las personas, de las dimensiones del compartimento, y de las características de los recorridos de evacuación. |
| Cap 8 Aspectos de la protección contra incendios - Barreras contra el fuego | Cálculo del factor de resistencia al fuego F , (subfactor: estructura /compartimentación, muros exteriores, techo, paredes interiores) |
| Cap 9 Equipos de Servicios de Edificios y de Protección contra Incendios -Control de Humos -Sistema de detección, alarma y comunicación de incendio. -Alarmas contra humo -Rociadores automáticos -Equipo extintor manual | Cálculo del factor de ventilación v; indica la influencia de humos Cálculo de protección normal N Cálculo de protección especial S Cálculo del factor de escape U Cálculo del factor de salvamento Y |

Realizado por: Verónica Quijano

6.1.3.-Análisis Cuantitativo

Se tomo para el análisis cuantitativo la evaluación de incendio realizado para el compartimento “Oficina Administrativa”, en la tabla No 6.4, se detalla los valores obtenidos por los métodos Gretener y Frame respectivamente.

Tabla No 6.4 Resultados de Evaluación

| DENOMINACIÓN DEL FACTOR | SIMBOLO | VALOR GRETENER | DENOMINACIÓN DEL FACTOR | SIMBOLO | VALORES FRAME | | |
|-------------------------------------|-----------|----------------|--------------------------------|-----------|---------------|------|------|
| | | | | | Pat | Pers | Act |
| Peligro potencial | P | 2,47 | Riesgo potencial | P | 1,59 | 3,99 | 1,35 |
| | | | Factor de recurso agua | W | 0,44 | | |
| Medidas normales | N | 0,32 | Factor de protección normal | N | 0,54 | | |
| Medidas especiales | S | 1,06 | Factor de protección especial | S | 1,71 | | |
| Medidas constructivas de protección | F | 1,26 | Factor de resistencia al fuego | F | 1,48 | | |
| | | | Factor de escape | U | 1,63 | | |
| | | | Factor de salvamento | Y | 1,34 | | |
| Factores de protección | M | 0,43 | Nivel de protección | D | 0,60 | 0,88 | 0,54 |
| Exposición al riesgo de incendio | B | 5,74 | | | | | |
| Peligro de activación | A | 0,85 | Factor de activación | a | 0,10 | | |
| Riesgo de incendio efectivo | R | 4,88 | Riesgo inicial | Ro | 0,69 | | |
| Riesgo de incendio aceptado | Ru | 1,30 | Riesgo admisible | A | 1,46 | 1,09 | 1,17 |
| Seguridad contra incendio | Y | 0,27 | Riesgo potencial de incendio | R | 1,82 | 4,16 | 2,14 |

Realizado por: Verónica Quijano

Como se puede observar en la tabla No 6.4; Frame proporciona resultados individualizados para el riesgo al patrimonio, riesgo a las personas y riesgo para la actividad., en cambio la metodología de Gretener da un solo resultado.

Frame calcula de manera individual el factor de recurso de agua, en cambio Gretener lo incluye en el factor de medidas normales, se puede observar que Frame aporta valores superiores para la protección normal, protección especial y resistencia al fuego con respecto al método Gretener.

El método Frame aporta con dos factores, de escape y de salvamento; en cambio en el método Gretener no son considerados, por lo tanto el valor del factor de protección es mayor en Frame.

El valor del factor de activación es menor en la metodología de Frame ya que se lo calcula en función de las actividades de las instalaciones de los procesos mediante tablas tabuladas y una operación matemática del propio método, en cambio Gretener usa una tabla cualitativa muy general

Frame proporciona un valor de riesgo inicial, el cual es comparado en una escala grafica propia del método y da una idea al analizador de la necesidad de protección que el compartimento necesita., en cambio el método Gretener aporta con una valor de riesgo de incendio real.

El riesgo admisible que presenta Frame esta en función de los factores (de activación, tiempo de evacuación, del contenido, del ambiente, de dependencia), por lo contrario el método Gretener emplea una constante (riesgo de incendio normal) y un factor de corrección a este, dando como resultado un valor menor que el dado por Frame.

Finalmente el resultado de un compartimento suficientemente protegido, es cuando el valor debe alcanzar la unidad para la metodología propuesta por Gretener y por el contrario no debe superar la unidad en la técnica de Frame.

6.2.-ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

En este acápite, se detalla los costos vs. los beneficios de la implantación del plan de emergencia y evacuación para la planta de beneficio La Orquídea, como se detalla en la tabla No 6.5

Tabla No 6.5 Costos vs. Beneficios

| No | Equipo/ Facilidades | Cantidad | Costos | Beneficio | Costos |
|----|---------------------------------|----------|-------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Extintores | 4 | \$251.00 | Protección de equipos e infraestructura. | \$ 1.000.000 |
| 2 | Bocas de Incendio | 3 | \$ 1.140,61 | Protección al valor de la producción. | \$ 300.000 |
| 3 | Red Hídrica | | \$ 4500,00 | Protección de vidas humanas | ---- |
| 4 | Cisterna de agua 5x2x2 | 1 | \$ 1000,00 | | |
| 5 | Sistema Automático de Detección | 2 | \$ 207,54 | | |
| 6 | Kit para derrames | 3 | \$ 300,00 | | |
| 7 | Capacitación brigadas | 4 | \$ 922,22 | | |
| | | | Total \$ 8321,37 | | Total \$ 1.300.000 |

Fuente planta de Beneficio La Orquídea

Los costos de equipos y facilidades se obtuvieron de la indagación de precios en las compañías dedicadas a la importación de sistemas de protección contra incendios

La relación de beneficios a costos de inversión es de \$ 156,22 de retorno por cada dólar gastado, factor positivo para la empresa en cuanto al ámbito financiero, por lo tanto se debe implementar en un plazo de un año el plan de emergencia y evacuación.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.-CONCLUSIONES

- Ü La principal actividad de las instalaciones industriales analizadas es el beneficio de minerales metálicos a través de procesos físico químicos y metalúrgicos.
- Ü Las instalaciones se caracterizan por ser una construcción mixta y maciza distribuida en áreas operativa y administrativa , con una superficie de construcción de 1.545.37 m²
- Ü La población laboral esta constituida por 55 trabajadores, distribuidos en 22 puestos de trabajo con un régimen laboral de 24 horas/día en tres turnos de 8 horas para el personal operativo y dos turnos de 12 horas par el personal técnico.
- Ü Del reconocimiento realizado en las instalaciones se detecto la ausencia de un sistema de detección de incendios (detectores de humo), rutas de evacuación obstruidas, señalización de evacuación fuera de norma, pobre señalización de extintores de incendio, ausencia del mapa de recursos y evacuación.

- Ü Se identificaron las áreas con probabilidad a presentar riesgo de incendio y explosión, así como los riesgos naturales que puedan ser una amenaza a las instalaciones industriales.

- Ü De la evaluación de riesgo de incendio a través de los métodos Gretener y Frame, se concluye que la planta de beneficio La Orquídea, presenta un déficit de recursos en respuesta a incendios, y en base a esto se afirma la hipótesis de esta tesis.

- Ü El índice de Dow, da a conocer, el grado al riesgo de una explosión en las distintas unidades de los procesos del material mineral y a través del cálculo de varios parámetros se establece el costo de paralización de la actividad en caso de producirse una detonación.

- Ü Mediante la metodología del índice de Dow, se ha establecido a la unidad del proceso de molienda como riesgo severo de explosión, debido al peligro de formación de una atmósfera explosiva por la presencia de la sustancia peligrosa de cianuro de hidrógeno.

- Ü La evaluación de las amenazas naturales, señala que el riesgo a la ocurrencia de un sismo y de deslizamientos de suelo son de probabilidad improbable, no así para las inundaciones que pueden ser bastante probables, con la prioridad de mantener recursos necesarios para la emergencia.

- Ü El plan de emergencia y evacuación ayudará a conocer los riesgos con los que conviven diariamente el personal de la planta de beneficio La Orquídea, y concientizará a los trabajadores a mantenerse preparados ante una emergencia.

- Ü El desarrollo del plan de emergencia y evacuación dará la posibilidad al personal técnico y operativo de la planta de beneficio La Orquídea estar organizados y entrenados para dar una mayor efectividad a las acciones destinadas al control de la emergencia.

- Ü El plan de emergencia y evacuación garantizará la duración y la continuidad de las actividades de la planta de beneficio La Orquídea en el tiempo y minimizará el impacto ocasionado por eventos indeseables sean estos de índole natural e industria

- Ü Del análisis realizado a las metodologías específicas para la evaluación del riesgo de incendio, se destaca que el método Frame valora todos los elementos que participan en el inicio y evaluación del un incendio, razón por la cual que considera un método integral.

- Ü El Método Frame proporciona resultados individualizados al patrimonio, a las personas y a la actividad, por lo contrario el método Gretener provee un solo resultado.

7.2.-RECOMENDACIONES

- ü Se recomienda mantener ordenadas y limpias las áreas de trabajo.
- ü Se recomienda mantener libre de obstáculos las vías de evacuación.
- ü Se recomienda mantener señalizadas todas las vías de evacuación.
- ü Se recomienda mantener despejados los sitios de ubicación de extintores y bocas de incendio.
- ü Se recomienda difundir el plan de emergencia y evacuación al personal técnico y operativo de la planta de beneficio La Orquídea, así como publicar el mapa de recursos y vías de evacuación.
- ü Se recomienda priorizar la instalación del sistema contra incendios, debido a que los medios actuales no son suficientes para combatir eventos mayores como un incendio.
- ü Se recomienda mantener un programa de mantenimiento de los recursos del sistema contra incendios, para garantizar la confiabilidad del sistema.

- Ü Se recomienda capacitar constantemente al personal de intervención, con la finalidad de que los conocimientos estén claros en caso de requerirlos.

- Ü Se recomienda desarrollar simulacros para mantener al plan de emergencia activo y funcional, para llevarlo a cabo al momento de una emergencia

- Ü Se recomienda mantener buenas relaciones con las instituciones de apoyo a emergencias.

- Ü Se recomienda a la empresa considerar la extensión del sistema contra incendio en el caso de incrementar áreas de trabajo.

- Ü Se recomienda implementar un sistema automatizado de control de niveles de pH, en la unidad de molienda, con la finalidad de evitar la formación de una atmósfera explosiva.

- Ü Se recomienda implementar un sistema automatizado de control de niveles de temperatura en la unidad de deserción-elusión, con la finalidad de evitar explosión del caldero y equipos anexos.

8.- BIBLIOGRAFIA

8.1.- PUBLICACIONES

-Acuerdo Ministerial No 1257 Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios. Edición Especial No 114-Registro Oficial -2 de Abril del 2009

-Asamblea Nacional 2009 Ley de Minería Registro Oficial No 217 Suplemento del 29 de Enero del 2009

-Claudia Pesantez 2007 Evaluación y Zonificación de Riesgos Geodinámicos en el Distrito Minero Zaruma-Portovelo. [http:// www.cib.espol.edu.ec/Tesis_pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Tesis_pdf)

-Carlos Menéndez Gutiérrez 2007 Análisis de Riesgo en la Industria de Procesos <http://redma.cujae.edu.cu/infusions/>

-Centro de Estudios Financieros 1999 Manual básico de prevención de riesgos laborales-Planes de Emergencia y Evacuación. [http:// www.ingenieroambiental.com](http://www.ingenieroambiental.com)

-Constitución 2008 Titulo VII Régimen del Buen Vivir, Capitulo Primero Inclusión y Equidad, Sección Novena Gestión de Riesgos www.wipo.int/export/sites/www/tk/en/.../ecuador_ecuador_constitucion.pdf.

-Corporación de Estudios y Publicaciones 2000 Registro Oficial No 815 Suplemento del 19-abril-del 1979.

-Decreto Ejecutivo No 705 del 06 de Abril 2011 Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11 Capitulo 3 Peligros Sísmicos y Requisitos de diseño sísmico resistente.

-Decreto Ejecutivo No 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de trabajo Registro Oficial 565 del 17 de Noviembre de 1986

- Decreto Ejecutivo No 3934 Reglamento de seguridad minera Registro Oficial No 999 del 30 de julio de 1996

- Decreto Ejecutivo 1046-A 2008 Registro Oficial No 345 del Suplemento del 26 de mayo del 2008
- Decreto Ejecutivo No 1670 2009 Registro Oficial No 578 del Suplemento del 27 de abril del 2009
- Decreto Ejecutivo No 42 2009 Registro Oficial No 31 del Suplemento del 22 de septiembre del 2009
- Defensa Civil 2005 Plan de emergencia para afrontar erupciones volcánicas en las provincias del Ecuador [http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000\(Tesis\).pdf](http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000(Tesis).pdf)
- D Drysdale 1998 OIT Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo Gestión Madrid España
- Erik De Smet 1996 Frame 2011 Manual del Usuario Offerlaan Bélgica
- Faber Mosquera Álvarez 2007 Planes de Emergencia Empresariales Dyna Medellín Colombia
- Francisco Alonso Valle 1996 Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales INSHT. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías MADRID.
- Frame 2011 Manual del Usuario www.apaprevencion.com
- Ferlat 2010 Proyecto Reglamento de Seguridad Minera del Ecuador Quito Ecuador
- Federa café 1975 Bioingeniería y Restauración Ecológica- Los Movimientos Masales <http://ecoambientes.tripod.com/id9.html>
- Florent Demorales, Robert D'Ercole 2001 Mapas de Amenazas, Vulnerabilidad y Capacidades en el Ecuador. Quito Ecuador
- Guía Técnica – Métodos cualitativos para el análisis de riesgo <http://www.proteccioncivil.es>
- Gray, Sotir 1996 Bioingeniería y Restauración Ecológica- Los Movimientos Masales http://www.oocities.org/biotropico_andino/cap7.pdf
- IRAM 3517 1985 Extintores / matafuegos parte 1 Elección instalación y uso
- IRAM 3517-2 2005 Extintores / matafuegos manuales y sobre ruedas partes 2 dotación, control, mantenimiento y recarga
- IRAM 3957 2011 Señalización de emergencia
- IRAM 3797 1995 Identificación y rotulación de productos peligrosos

-IRAM 3546 2009 Certificación de empresas de mantenimiento de instalaciones fijas contra incendios.

-José María Cortes 2007 Seguridad e Higiene del Trabajo –Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales Tebar Madrid España

-José Luis García López 1999 Plan de Emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos Mapfre Madrid España.

-José Fuertes 2003- Análisis comparativo Métodos de Evaluación del Riesgo de Incendio <http://www.insht.es/Insht/web>.

-Ley de minería Suplemento RO No 517 jueves 29 de enero del 2009

-M Arcos, Enrique Bravo 2007- Centro Nacional de Prevención de Desastres Riesgos Químicos.

-MEM 1997 Reglamento de Seguridad Minera Registro Oficial No 999 Suplemento del 30 de Julio de 1996.

-MIES 2009 Reglamento de Prevención, mitigación y Protección Contra Incendios Registro Oficial No 114 del Suplemento del 02 de abril del 2009.

-NTE INEN 439 1984 Colores, Señales y Símbolos de Seguridad Registro Oficial No 81 del Suplemento del 07 de diciembre de 1984.

-NTE INEN 440 1984 Colores de identificación de tuberías Registro Oficial No 92 del Suplemento del 24 de diciembre del 1984.

-NTE INEN 441 1984 Identificación de cilindros que contienen gases industriales Registro Oficial No 92 del Suplemento del 24 de diciembre de 1984.

-NTE INEN 802 1987 Extintores portátiles. Selección y distribución en edificaciones Registro Oficial No 725 del Suplemento del 09 de julio de 1987.

-NTE INEN 739 1987 Extintores portátiles, Inspección Mantenimiento y Recarga Registro Oficial No 728 del Suplemento del 14 de julio de 1987.

-NTE INEN 2266 2000 Transporte, Almacenamiento y Manejo de productos químicos peligrosos Registro Oficial No 107 del Suplemento del 13 de enero del 2010.

-NTE INEN 2288 2000 Productos químicos industriales peligrosos: etiquetado de precaución requisitos Registro Oficial No 117 del Suplemento del 11 de julio del 2000.

-NTE INEN 1534 2001 Prevención de Incendios Almacenaje de cilindros y recipientes portátiles de gas licuado de petróleo (GLP) requisitos. Registro Oficial No 450 del Suplemento del 09 de noviembre del 2011.

-NFPA 10 2006 Extintores portátiles contra incendio

- NFPA 72 1996 Código Nacional de alarmas de incendio
- NFPA 704 2001 Sistema de Normas de identificación de riesgos de incendio de materiales.
- NFPA 1001 1992 Estándar para las competencias profesionales de bomberos.
- NFPA 1600 2000 Manejo de Desastres / emergencias y programas para la continuidad de los negocios.
- NFPA 101 2000 Código de Seguridad humana.
- NFPA 600 1996 Normas sobre brigadas privadas contra incendios.
- NFPA 101 Código de Seguridad Humana Edición 2000.
- NTP 436 Cálculo estimado de vías y tiempos de evacuación.
- ORSTOM 1994 Inundaciones y Sequías en el Ecuador.
<http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc>
- P F. Johnson 1998 Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo 4.1 Incendios.
<http://www.insht.es/Insht/web>.
- Plan de Ordenamiento Territorial 2012 Cantonal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipio de Piñas de la Provincia de El Oro
- Process Hazard Analysis Dow Fire & Explosion Index. <http://www.safety-s2s.eu/modulo>
- Resolución Administrativa No 036-CG-CBDMQ-2009
- Resolución No CD 333 2010 Registro Oficial No 319 del Suplemento del 12 de noviembre del 2010
- Resolución 957 Reglamento del Instructivo Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Resolución Administrativa No 036-CG-CBDMQ-209 Formato para la elaboración de Planes de Emergencia.
- RTE INEN 006 2009 Extintores portátiles para la protección contra incendios Registro Oficial No 615 Suplemento del 18 de junio del 2009.
- Roberto Garza 2007 Análisis de los métodos complejos cualitativos para la evaluación del riesgo a incendio [http:// www.framemethod.net/indexsp../Tesis](http://www.framemethod.net/indexsp../Tesis)
- SURAPET Administradora de Riesgos Profesionales 2000 Manejo de Sustancias Químicas Litotipo Ltda. Medellín Colombia.

8.2.- PAGINAS WEB

[https:// www.scielo.cl](https://www.scielo.cl)

[https:// www.scielo.ar](https://www.scielo.ar)

[https:// www.scielo.co](https://www.scielo.co)

[https:// www.redalyc](https://www.redalyc)

[https:// www.scirus](https://www.scirus)

[https:// www.tdr](https://www.tdr)

[https:// www.google](https://www.google)

[https:// www.tecnicaindustrial.es](https://www.tecnicaindustrial.es)

[https:// www.cybertesis](https://www.cybertesis)

[https:// www.insht.es](https://www.insht.es)

[https:// www.nfpa.com](https://www.nfpa.com)

[https:// www.inen.ec](https://www.inen.ec)

[https:// www.iram.com](https://www.iram.com)

[https:// www.snriesgos.gob.ec](https://www.snriesgos.gob.ec)

[https:// www.stgestionriesgos.gov.ec](https://www.stgestionriesgos.gov.ec)

[https:// www.framemethod.net](https://www.framemethod.net)

[https:// www.eluniverso.com](https://www.eluniverso.com)

[https:// www.elcomercio.com](https://www.elcomercio.com)

[https:// www.igepn.edu.ec](https://www.igepn.edu.ec)

9.- ANEXOS

9.1.- HOJA DE CALCULO MÉTODO INDICE DE DOW

9.2.- HOJA DE CALCULO MÉTODO FRAME