

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL TÍTULO MINERO 6823



CAPÍTULO 10.1.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Rev. 0

Noviembre 2021



TABLA DE CONTENIDO

10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

10.3.1. Proceso de Conocimiento del Riesgo.

10.3.1.1. Establecimiento del contexto.

10.3.1.1.1. Información general de la actividad del Proyecto.

10.3.1.1.2. Contexto Externo.

10.3.1.1.2.1. Elementos expuestos en torno de la actividad y la relacionada con el área de influencia.

10.3.1.1.2.2. Descripción del entorno

10.3.1.1.2.3. Identificación de instalaciones que puedan originar amenazas.

10.3.1.1.2.4. Información sobre gestión del riesgo definida en los instrumentos de planificación territorial.

10.3.1.1.3. Contexto Interno.

10.3.1.1.3.1. Gobierno, estructura organizacional, funciones y responsabilidades a nivel nacional, regional y municipal

10.3.1.1.3.2. Roles y responsabilidad Sistema Nacional de Gestión del Riesgo

10.3.1.1.3.3. Estructura organizacional, funciones y responsabilidades a nivel empresarial.

10.3.1.1.3.4. Sistema Gerencial

10.3.1.1.3.5. Políticas, objetivos y estrategias diseñadas para la implementación del plan de gestión del riesgo.

10.3.1.1.3.6. Objetivo General

10.3.1.1.3.7. Objetivo Específico

10.3.1.1.3.8. Capacidades (recursos disponibles, conocimiento).

10.3.1.1.3.9. Las relaciones con las partes involucradas internas y sus percepciones y valores.

10.3.1.1.3.10. Normas, directrices y modelos adoptados por la organización.

10.3.1.1.3.11. Descripción de las principales actividades, procesos, métodos operativos y zonas de establecimiento / actividad que estén expuestas a afectaciones / daños.

10.3.1.1.4. Contexto del proceso de gestión del riesgo.

10.3.1.1.4.1. Responsabilidades, roles y estructura.

10.3.1.1.4.2. Proyecto en función del tiempo y la localización.

10.3.1.1.4.3. Metodologías de valoración del riesgo.

10.3.1.1.5. Criterios del riesgo.

10.3.1.1.5.1. Cómo se va a definir la probabilidad.

10.3.1.1.5.2. Marcos temporales de probabilidad.

- 10.3.1.1.5.3. Marcos temporales de las consecuencias.
- 10.3.1.1.5.4. Cómo se va a determinar el nivel del riesgo.
- 10.3.1.1.5.5. Nivel de aceptabilidad del riesgo.
- 10.3.1.2. Valoración del riesgo.
 - 10.3.1.2.1. Identificación del riesgo.
 - 10.3.1.2.1.1. Determinación de la metodología para la identificación de riesgos.
 - 10.3.1.2.1.2. Identificación de las causas y fuentes de riesgo.
 - 10.3.1.2.1.3. Caracterización de controles preventivos y correctivos en donde se deben identificar los elementos que constituyen el riesgo.
 - 10.3.1.2.1.4. Identificación sistemática de las amenazas.
 - 10.3.1.2.6.1. Listado de escenarios probables y previsibles.
 - 10.3.1.2.6.2. Áreas de afectación probables (impactos esperados acorde al tipo de evento amenazante).
 - 10.3.1.2.6.3. Identificación de elementos expuestos dentro del área de afectación probable.
 - 10.3.1.2.6.4. Consecuencias potenciales o colaterales.
 - 10.3.1.2.7. Análisis del riesgo.
 - 10.3.1.2.8.1. Priorización del riesgo
 - 10.3.1.2.8.2. Identificación de medidas para el tratamiento del riesgo
 - 10.3.1.3. Monitoreo del Riesgo.
 - 10.3.1.3.1. Protocolos o procedimientos de cómo se llevará a cabo el monitoreo.
 - 10.3.2. Proceso de reducción del riesgo.
 - 10.3.2.1. Intervención correctiva.
 - 10.3.2.1.1. Identificación de alternativas de intervención correctiva.
 - 10.3.2.2. Intervención prospectiva.
 - 10.3.2.3. Protección Financiera.
 - 10.3.3. Proceso del manejo del desastre.
 - 10.3.3.1. Componente de preparación para la respuesta a emergencias
 - 10.3.3.1.1. Componente de preparación para la respuesta a emergencias.
 - 10.3.3.1.1.1. Capacitación.
 - 10.3.3.1.1.2. Simulaciones y simulacros.
 - 10.3.3.1.1.3. Equipamiento.

- 10.3.3.1.1.4. Planeación y organización.
- 10.3.3.1.1.5. Equipo de respuesta del plan de emergencia y contingencia.
- 10.3.3.1.1.6. Roles y responsabilidades.
- 10.3.3.1.1.7. Inventario de recursos
- 10.3.3.1.1.8. Apoyo a terceros.
- 10.3.3.1.2. Componente de ejecución para la respuesta a emergencias.
 - 10.3.3.1.2.1. Objetivos y alcance
 - 10.3.3.1.2.2. Niveles de Emergencia.
 - 10.3.3.1.2.3. Alerta, alarma y niveles de activación.
 - 10.3.3.1.2.4. Estructura de la intervención y articulación de la respuesta.
 - 10.3.3.1.2.5. Protocolos y procedimientos de respuesta para cada tipo de emergencia.
 - 10.3.3.1.2.6. Mecanismos de actualización del Plan de Emergencias y Contingencias.
- 10.3.4. Socialización y comunicación
- 10.3.5. Revisión y ajuste del plan
- 10.3.6. Temporalidad del plan

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Procesos de la gestión de riesgos
- Figura 2. Localización del proyecto
- Figura 3. Delimitación del Contrato de Concesión 8-6823
- Figura 4. Modelo tridimensional Año 1 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda
- Figura 5. Modelo tridimensional Año 5 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda
- Figura 6. Modelo tridimensional Año 10 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda
- Figura 7. Modelo tridimensional Año 20 configuración final de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda
- Figura 8. Proyección explotación contrato 8-6823
- Figura 9. Esquema de distribución de explosivos en los barrenos
- Figura 10. Áreas de explotación

- Figura 11. Elementos expuestos concesión minera 6823
- Figura 12. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Figura 13. Valores de la Compañía (I)
- Figura 14. Valores de la Compañía (II)
- Figura 15. Estructura organizacional de la Compañía
- Figura 16. Estructura organizacional de la Mina La Esmeralda
- Figura 17. Organigrama
- Figura 18. Estructura general y cargos SCI
- Figura 19. Estructura para la atención del incidente
- Figura 20. Esquema operativo sistema comando de incidentes
- Figura 21. Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo
- Figura 22. Superposición de la información para determinar los elementos expuestos
- Figura 23. Criterios de aceptabilidad de riesgos
- Figura 24. Criterios de Riesgo Social
- Figura 25. Localización del área de estudio en el mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa (escala 1:500.000).
- Figura 26. Mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa en el título minero 6823
- Figura 27. Localización del Área de Influencia del TM6823 en el mapa de Fallas activas de Colombia
- Figura 28. Zonificación Sísmica Intensidad Esperada en el municipio de San Luis (Tolima) (Catálogo sísmico RSNC)
- Figura 29. Localización del área de influencia del título minero 5623 en el mapa del Catálogo sísmico de la Red Sismológica Nacional (1993-2018)
- Figura 30. Localización del área de influencia del título minero 6823 en el mapa de Amenaza Sísmica de la Red Sismológica Nacional (2020)
- Figura 31. Registro del Catálogo Sísmico Colombiano (RCSC) de sismos más cercanos al área del estudio de magnitud mayor a 2,0.
- Figura 32. Mapa de amenaza volcánica del Volcán Machín, para el título minero 6823.
- Figura 33. Localización del proyecto en la zonificación Hidrográfica
- Figura 34. Distribución temporal de caudales medios mensuales en el Zanjón Los Huilos. Periodo 1990-2019.
- Figura 35. Mancha de inundación TR 2,33 años
- Figura 36. Mancha de inundación TR 50años
- Figura 37. Factores de amenaza de incendios de la cobertura vegetal evaluados, modificado de IDEAM, 2011.
-

Figura 38. Factores de evaluados para estimar la vulnerabilidad a incendios de la cobertura vegetal, modificado de IDEAM 2011

Figura 39. Zonificación de la amenaza a incendios forestales

Figura 40. Zonificación de la vulnerabilidad a incendios forestales

Figura 41. Zonificación del riesgo a incendios forestales

Figura 42. Localización de las secciones geotécnicas de análisis TM 6823.

Figura 43. Sección 1 talud final explotación Titulo Minero 6823.

Figura 44. Sección 2 talud final explotación Titulo Minero 6823.

Figura 45. Sección 3 talud final explotación Titulo Minero 6823.

Figura 46. Localización de taludes de análisis TM 6823.

Figura 47. Evaluación de la Amenaza por estabilidad de taludes (Procesos remoción en masa) - Escenario actual. Condición estática.

Figura 48. Evaluación de la Amenaza por estabilidad de taludes (Procesos remoción en masa) - Escenario cierre (20 años). Condición extrema por sismo.

Figura 49. Árbol de sucesos para una descarga continua

Figura 50. Árbol de sucesos para una descarga instantánea

Figura 51. Riesgo Individual Mina La Esmeralda

Figura 52. Localización estaciones de monitoreo calidad del aire

Figura 53. Localización fuentes de emisión escenario B

Figura 54. Localización receptores sensibles

Figura 55. Isopletras PM10 24 horas escenario crítico

Figura 56. Isopletras PM10 anual escenario crítico

Figura 57. Isopletras PM2.5 24 horas escenario crítico

Figura 58. Isopletras PM2.5 24 anual escenario crítico

Figura 59. Isopletras NO2 1 hora escenario B

Figura 60. Isopletras NO2 anual escenario B

Figura 61. Isopletras SO2 1 hora escenario B

Figura 62. Isopletras SO2 24 horas escenario B

Figura 63. Isopletras CO 1 hora escenario B

Figura 64. Isopletras CO 8 horas escenario B

Figura 65. Área de influencia atmosférica

Figura 66. Elementos expuestos - Ocurrencia de procesos de remoción en masa

Figura 67. Elementos expuestos - Sismos

Figura 68. Elementos expuestos ambientales - Incendio en tanque de ACPM

Figura 69. Vías internas mina la esmeralda

Figura 70. Riesgo Social Mina La Esmeralda

Figura 71. Grupo primeros auxilios

Figura 72. Grupo evacuación

Figura 73. Control de incendios

Figura 74. Procedimiento general en caso de movimiento sísmico

Figura 75. Procedimiento general en caso de accidente vehicular dentro de las instalaciones

Figura 76. Procedimiento en caso de incendio estructural

Figura 77. Procedimiento en caso de incendio forestal.

Figura 78. Procedimiento en caso de derrame de sustancias químicas

Figura 79. Procedimiento general en caso de amenaza terrorista

Figura 80. Puntos de encuentro

Figura 81. Puntos de encuentro

Figura 82. Datos relevantes de la cadena de llamado

Figura 83. Análisis triage

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Alinderación del Contrato de Concesión 8-6823

Tabla 2. Información general de la actividad, Mina la Esmeralda TM 6823

Tabla 3. Cantidades de Caliza y Estéril – Proyecto Título 6823.

Tabla 4. Fases y actividades del proyecto

Tabla 5. Catálogo general del equipo de perforación

Tabla 6. Parámetros de perforación y voladura

Tabla 7. Catálogo general del equipo de perforación

Tabla 8. Horarios de trabajo Mina La Esmeralda

Tabla 9. Normatividad aplicable

Tabla 10. Descripción de elementos vulnerables

Tabla 11. Usuarios de interés POMCA subzona hidrográfica del río Coello

Tabla 12. Instalaciones que puedan generar amenazas

Tabla 13. Características geométricas de las excavaciones a realizarse en el TM 6823.

Tabla 14. Áreas de riesgo identificadas a través de los instrumentos de planificación

Tabla 15. Roles y responsabilidad Sistema Nacional de Gestión del Riesgo

Tabla 16. Descripción de actividades que se desarrollan y se planean ejecutar por el Proyecto Minero La Esmeralda (Título 6823)

Tabla 17. Funciones y responsabilidades

Tabla 18. Funciones generales brigadas de emergencia

Tabla 19. Cronograma del proyecto

Tabla 20. Cronograma de las actividades de pre cierre

Tabla 21. Cronograma de las actividades de cierre final y post cierre

Tabla 22. Identificación del tipo de amenaza

Tabla 23. Métodos de estimación de la probabilidad

Tabla 24. Escala de probabilidad de amenaza

Tabla 25. Identificación de iniciadores

Tabla 26. Frecuencia de iniciadores

Tabla 27. Frecuencia final de los iniciadores

Tabla 28. Criterios de Análisis para la Evaluación de la Amenaza. Términos de referencia de la ANLA.

Tabla 29. Criterios de Análisis para la Evaluación de la Amenaza según DPAE(2006).

Tabla 30. Criterios para la evaluación de la amenaza geotécnica. Equivalencia de la metodología DPAE(2006) y la escala de probabilidad de amenaza adoptada para el presente estudio.

Tabla 31. Criterios para la calificación de fragilidad naturales, antrópicas y endógenas

Tabla 32. Categorías para el nivel de exposición

Tabla 33. Criterios para definir la vulnerabilidad

Tabla 34. Niveles de afectación y protección por radiación térmica.

Tabla 35. Niveles de afectación por llamarada

Tabla 36. Niveles de afectación y protección por explosión

Tabla 37. Criterios para definir el nivel del riesgo

- Tabla 38. Mortalidad Anual Mundial Asociada a Diversos Sucesos y Actividades
- Tabla 39. Criterios de aceptabilidad de riesgo individual
- Tabla 40. Aceptabilidad de los riesgos
- Tabla 41. Identificación de causas y fuentes de riesgos
- Tabla 42. Identificación de amenazas exógenas - naturales
- Tabla 43. Zona de amenaza sísmica para el municipio San Luis (Tolima) y los valores de Aa, Av, Ae y Ad.
- Tabla 44. Reporte de sismicidad Red Sismológica Nacional de Colombia (1993-2020) para el corregimiento de Payandé en el departamento del Tolima
- Tabla 45. Descripción de las zonas de Amenaza por Lahares que afectaron el título minero 6823
- Tabla 46. Resultados del Modelo IHACRES
- Tabla 47. Caudal medio mensual multianual en l/s en los cuerpos de agua identificados. Periodo 1990-2019.
- Tabla 48. Caudales máximos en m³/s asociados a diferentes periodos de retorno en las subcuencas analizadas.
- Tabla 49. Caudales máximos del río Coello hasta el sitio de vertimiento, a partir de la estación Payandé.
- Tabla 50. Antecedentes históricos de inundaciones en el municipio de San Luis
- Tabla 51. Identificación de amenazas externas (Origen Exógeno-Natural)
- Tabla 52. Identificación de amenazas exógenas
- Tabla 53. Identificación de amenazas externas (Origen Exógeno-Antrópicas)
- Tabla 54. Clasificación del grado de riesgo a incendios forestales a partir de la ponderación
- Tabla 55. Susceptibilidad de la vegetación a incendios. Tipo, duración y carga del combustible
- Tabla 56. Valoración de la amenaza por pendiente
- Tabla 57. Valoración de la amenaza por accesibilidad
- Tabla 58. Antecedentes históricos de incendios forestales en el municipio de San Luis
- Tabla 59. Valoración de la amenaza para el área de influencia
- Tabla 60. Valoración de la vulnerabilidad ecológica y económica de las coberturas
- Tabla 61. Vulnerabilidad de la infraestructura a incendios forestales
- Tabla 62. Valoración de la vulnerabilidad incendios forestales para el área de influencia
- Tabla 63. Valoración de la zonificación del riesgo para el área de influencia
- Tabla 64. Identificación de amenazas antrópicas siconaturales
- Tabla 65. Identificación de amenazas endógenas
- Tabla 66. Propiedades de los materiales en la zona de estudio.
-

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tabla 67. Resultados de los análisis de estabilidad. Mecanismos de falla general por corte. Factores de Seguridad y probabilidad de falla

Tabla 68. Resultados de los análisis de estabilidad. Mecanismos de falla caída de bloques. Factores de Seguridad y probabilidad de falla

Tabla 69. Estimación de la Amenaza por inestabilidad de taludes en la zona de estudio según metodología DPAE (2006).

Tabla 70. Estimación de la Amenaza por inestabilidad de taludes en la zona de estudio según la metodología establecida en este informe.

Tabla 71. Condiciones Climáticas San Luís - Tolima

Tabla 72. Identificación de áreas y equipos Mina La Esmeralda

Tabla 73. Corredores de afectación y protección por incendio y llamarada mina La Esmeralda

Tabla 74. Corredores de afectación y protección por incendio y llamarada

Tabla 75. Corredores de afectación por explosión

Tabla 76. Marco normativo niveles de inmisión territorio nacional

Tabla 77. Resumen resultados caracterización calidad del aire

Tabla 78. Fuentes dispersas de emisión Escenario B

Tabla 79. Fuentes lineales de emisión Escenario B

Tabla 80. Localización receptores sensibles

Tabla 81. Resultados de la modelación - concentraciones máximas material particulado

Tabla 82. Resultados de la modelación - concentraciones máximas gases

Tabla 83. Identificación de amenazas endógenas

Tabla 84. Escenarios de riesgo probables y previsibles concesión minera 6823 mina La Esmeralda

Tabla 85. Consolidación áreas de afectación – Escenarios de riesgo concesión minera 6823

Tabla 86. Zonificación del riesgo para el área de influencia

Tabla 87. Identificación de elementos vulnerables sensibles de los escenarios de riesgo posibles y previsibles

Tabla 88. Consecuencias potenciales o colaterales de los escenarios de riesgo

Tabla 89. Tipo de análisis de riesgo para cada escenario

Tabla 90. Resultados evaluación del riesgo

Tabla 91. Identificación medidas de tratamiento del riesgo

Tabla 92. Programa de Monitoreo del riesgo Mina la Esmeralda

Tabla 93. Programa de monitoreo del riesgo TM 6823. Geotecnia.

Tabla 94. Medidas estructurales y no estructurales

Tabla 95. Medidas correctivas

Tabla 96. Medidas prospectivas

Tabla 97. Indicadores

Tabla 98. Programa de capacitación

Tabla 99. Plan de formación

Tabla 100. Criterios para la clasificación del grado de emergencia

Tabla 101. Nivel de actuación según nivel de emergencia

Tabla 102. Personal explotación minera

Tabla 103. Personal Conminación y Transporte Continuo

Tabla 104. Cuadrilla Ambiental y equipo social

Tabla 105. Áreas de Apoyo

Tabla 106. Inventario de Extintores

Tabla 107. Inventario de equipos para atención de emergencias

Tabla 108. Inventario de equipos de rescate

Tabla 109. Niveles de emergencia internos

Tabla 110. Escenarios vs niveles de emergencia

Tabla 111. Niveles de emergencia externos

Tabla 112. Tipos de Alerta Cemex

Tabla 113. Niveles de alerta blanca y azul

Tabla 114. Alerta verde

Tabla 115. Alerta amarilla

Tabla 116. Alerta naranja

Tabla 117. Alerta Roja

Tabla 118. Situaciones de emergencia, probabilidad de ocurrencia y entidades que intervienen en su manejo

Tabla 119. Procedimiento Operativo Normalizado (PON)

Tabla 120. Directorio de emergencias interno

Tabla 121. Directorio Brigada de Emergencia.

Tabla 122. Directorio de emergencia externo.

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

- Fotografía 1. Perforadora Atlas Copco L8
- Fotografía 2. Panorámica zona de extracción caliza
- Fotografía 3. Proceso erosivo parte alta de zona de extracción Caliza
- Fotografía 4. Zona de extracción arenas puzolánicas

LISTA DE ECUACIONES

- Ecuación 1.
- Ecuación 2.
- Ecuación 3.
- Ecuación 4.
- Ecuación 5.

ANEXOS

- CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.002 Matriz de calificación de riesgos
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.003 Anexo A
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.004 Anexo B
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.005 Anexo C
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.006 Procedimientos Operativos Normalizados
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.007 Planeación y guion del simulacro
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.008 Bitácora de la emergencia
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.009 Evaluación del simulacro
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.0010 Informe del simulacro
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.0011 Investigación de incidentes de trabajo
- CAP10-PMAM-LES6823-AN#10.0012 Ficha técnica tanque sencillo

10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

El Plan de Gestión del Riesgo (PGR) es un instrumento mediante el cual se formulan, ejecutan y evalúan las estrategias, los planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el proceso de conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres. Esto con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible; el cual se enmarca en la Ley 1523 de 2012 y el decreto 2157 de 2017.

La ley 1523 de 2012 “Por medio de la cual se adopta la política nacional de gestión de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones” establece en el artículo 2 la responsabilidad que tienen las entidades públicas, privadas y comunitarias de desarrollar y ejecutar los procesos de gestión del riesgo y en el artículo 42 establece el deber de realizar un análisis específico de riesgos, diseño e implementación de las medidas de reducción del riesgo, planes de emergencia y contingencia.

El decreto 2157 de 2017 “Por medio del cual se adoptan las directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012” señala los lineamientos del presente documento; el cual se enmarca en tres procesos. El primero es un proceso de conocimiento del riesgo, el cual está compuesto por la contextualización del Proyecto y la valoración del riesgo, lo anterior con el fin de proveer la base temática para desarrollar los procesos de reducción del riesgo y de manejo del desastre.

La reducción del riesgo contempla el tratamiento del riesgo para definir el tipo de intervención, las directrices para el diseño y las especificaciones técnicas de las medidas a implementar para mitigar los riesgos identificados, analizados y evaluados. Finalmente, con los resultados del análisis, la evaluación y las medidas a implementar de reducción de riesgo, se estructura el plan de emergencia y contingencia del proceso del manejo del desastre, tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Procesos de la gestión de riesgos
Fuente: Elaboración propia

El presente plan establece el diseño de gestión del riesgo para la Modificación de Licencia Ambiental de la Mina La Esmeralda Título Minero 6823, el cumplimiento de la normatividad Nacional asociada a la gestión del riesgo, el cumplimiento de términos de referencia expedidos por las autoridades ambientales, y las políticas y procesos propios de la organización en pro de la gestión del riesgo en el desarrollo de las actividades mineras.

El contenido de este documento se estructura bajo los lineamientos del Decreto 2157 dando alcance a lo exigido en la nueva metodología del Ministerio de Ambiente.

10.3.1. Proceso de Conocimiento del Riesgo.

Mediante el proceso de conocimiento del riesgo se identifican, evalúan y analizan las condiciones de riesgo a través de sus principales factores (amenaza y vulnerabilidad), sus causas, sus factores causales y susceptibilidad. Incluye el monitoreo, el seguimiento del riesgo, las medidas y las herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes y/o proyectados.

En este capítulo se presentan los elementos que se utilizaron para el desarrollo del conocimiento del riesgo, teniendo como base un marco jurídico, realizando la recopilación de información hasta obtener el análisis y evaluación del riesgo.

Para el desarrollo del presente numeral se tienen como componentes:

- Contextualización de la infraestructura y actividades propias del Proyecto.
- Recopilación de información pertinente del Capítulo 5 (caracterización del área de influencia abiótico, biótico y socioeconómico del presente estudio, Mina La Esmeralda TM 6823).
- Identificación y caracterización de las amenazas y de posibles escenarios críticos de riesgo, asociados a la infraestructura y operación del Proyecto.
- Identificación y caracterización de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.
- Descripción de la metodología utilizada para el análisis y evaluación de riesgos.

10.3.1.1. Establecimiento del contexto.

10.3.1.1.1. Información general de la actividad del Proyecto.

La cantera de caliza La Esmeralda está localizada al occidente del corregimiento de Payandé, en el municipio de San Luis, aproximadamente a 20 Km al Sureste de la ciudad de Ibagué, en el departamento del Tolima. (Ver Figura 2). La Mina La Esmeralda está compuesta por tres Títulos mineros 8-4205, 8-06823 y 8-745. La cantera inició sus actividades mineras en el primer título, el 8-4205, posteriormente al proyectar su potencial en sentido norte se solicitó el segundo título minero, el 8-06823. La cantera es una sola y los títulos mineros no se pueden independizar desde el punto de vista del aprovechamiento. Sin embargo, en cumplimiento a la normatividad legal por cada título, se ha realizado la correspondiente diligencia minera y ambiental, y en la actualidad manejan expedientes diferentes por cada título.

La infraestructura social aledaña se encuentra en el centro poblado más cercano a la zona del proyecto, correspondiente a la cabecera urbana del corregimiento de Payandé, en el que se identifican el Centro de Salud Serafín Montaña, el cual presta servicios de atención primaria en salud; dos sedes de la institución educativa San Miguel, una para primaria, (sede Payandé) la segunda para Bachillerato, (sede San Miguel) y cuenta con una tercera sede con el nombre de El Porvenir, sin embargo esta se encuentra localizada en área rural del corregimiento. Adicionalmente, para el desarrollo de actividades deportivas y recreativas, el centro poblado cuenta con un coliseo ubicado en el parque principal, el polideportivo "David Arce". Igualmente la comunidad del corregimiento cuenta con la posibilidad de acceder a los servicios que ofrece el centro comunitario de CEMEX Colombia S.A.

En cuanto al patrimonio arquitectónico y cultural del corregimiento, su principal estandarte es la iglesia de Santa Bárbara, patrona del corregimiento que además de dar nombre a la parroquia del lugar tiene un lugar simbólico a la entrada del mismo en donde fue colocada una imagen en yeso. También, se encuentra la infraestructura de acueducto, con un sistema

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

de distribución por gravedad, que distribuye el recurso desde los tanques ubicados en la parte alta del corregimiento, hasta el centro poblado y un camino veredal para el paso peatonal y de animales al interior del área de la mina. Adicionalmente se identifica infraestructura para el desarrollo de minería en menor escala en los alrededores de la mina la Esmeralda.

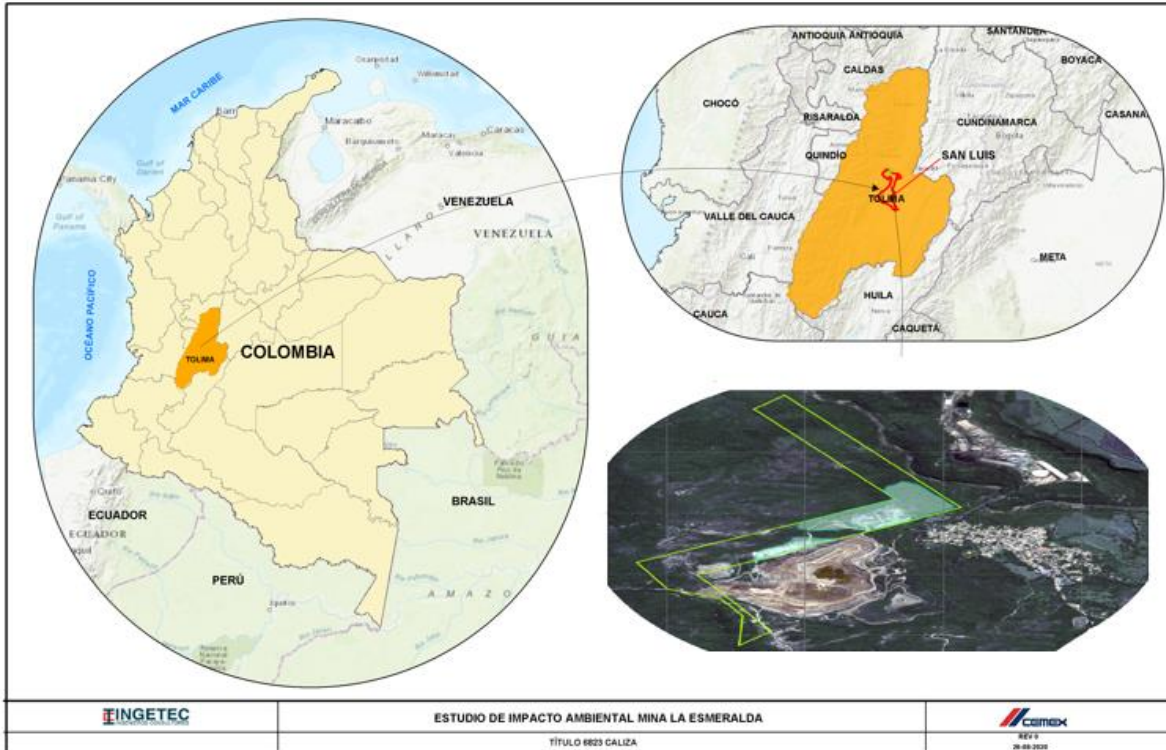


Figura 2. Localización del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

El contrato de concesión N.º 6823 se define para la explotación de Caliza y el título minero otorgado por el Ministerio de Minas y Energía comprende 93 ha y 8425 m², definidas mediante el polígono cuyas coordenadas se presentan en la Tabla 1 y Figura 3, siendo el punto arcifinio el borde externo del atrio de la iglesia del corregimiento de Payandé, municipio de San Luis, Tolima, con coordenadas:

X: 886,724 (Este)

Y: 967,010 (Norte)

Tabla 1. Alinderación del Contrato de Concesión 8-6823

LADO		RUMBO					DISTANCIA	
DE	A	N/S	GRADO	MINUTOS	SEG.	E/W	METROS	CMS
A	1	S	55	38	59.00	W	1704	
1	2	N	29	59	44.00	W	800	0
2	3	N	60	1	39.00	E	1650	0

LADO		RUMBO					DISTANCIA	
DE	A	N/S	GRADO	MINUTOS	SEG.	E/W	METROS	CMS
3	4	N	34	44	31.00	W	1680	0
4	5	S	45	0	0.00	W	238	42
5	6	S	34	44	31.00	E	1347	67
6	7	S	61	1	14.00	W	1600	0
7	8	S	27	0	0.00	E	370	0
8	9	S	68	30	0.00	E	300	0
9	10	S	30	0	0.00	E	250	0
10	11	S	3	12	59.00	W	367	68
11	1	N	45	0	0.00	E	250	0

Fuente: Modificación PTO 6823, 2018

El nivel de recursos minerales de mina asciende a 155 millones de toneladas, para lo cual se tiene que el contrato de concesión 8-6823 tiene un 31% del total de recursos equivalente a 48,05 millones de toneladas. La delimitación de los contratos de concesión se presenta en la Figura 3.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

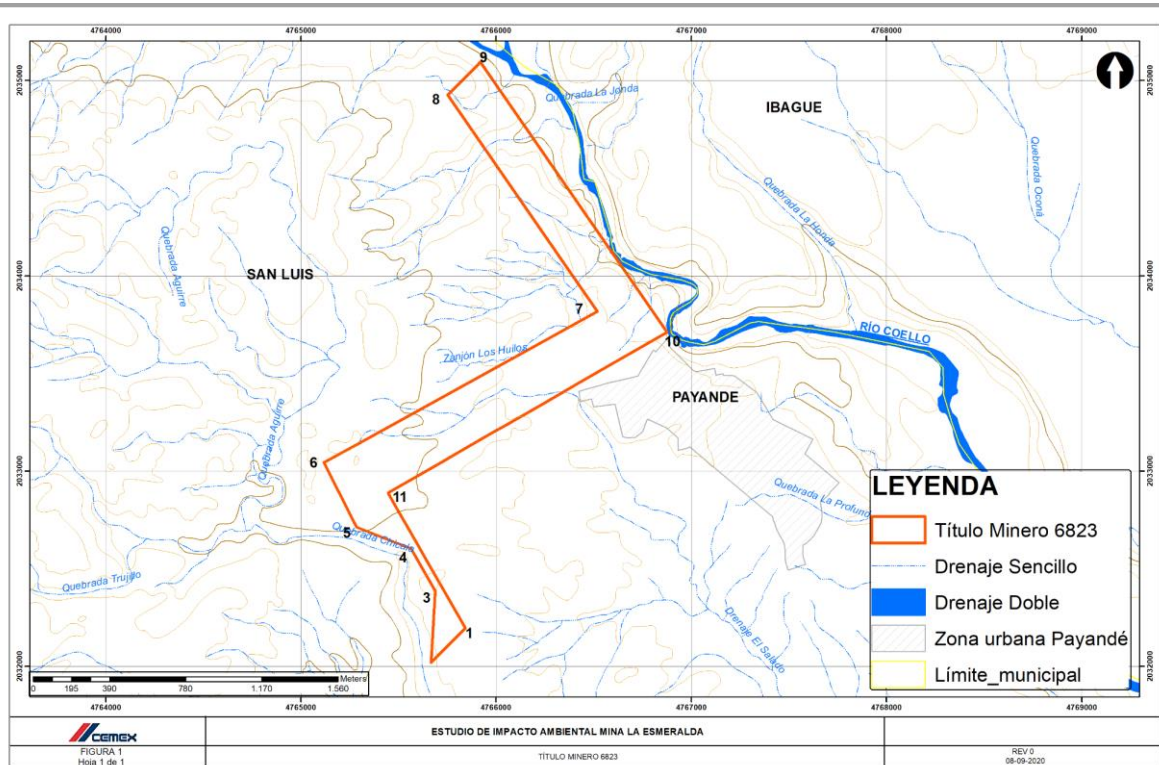


Figura 3. Delimitación del Contrato de Concesión 8-6823

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se presenta la información general del Proyecto.

Tabla 2. Información general de la actividad, Mina la Esmeralda TM 6823

Características	Descripción
Nombre del establecimiento o razón social	Mina La Esmeralda, título minero 6823, CEMEX Colombia S.A.
Ubicación	La mina La Esmeralda se encuentra localizada al occidente del corregimiento de Payandé, en el municipio de San Luis, aproximadamente a 20 Km al Sureste de la ciudad de Ibagué, en el departamento del Tolima.
Vías de acceso	El acceso al Proyecto se realiza por la carretera nacional Ibagué-Bogotá, hasta el kilómetro 20 donde se localiza la inspección de Buenos Aires, de donde parte sobre la vía pavimentada hacia Payandé y mina de caliza por 10 km, para un total de 30 km por carretera desde la ciudad de Ibagué.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Características	Descripción																																										
<p>Actividad principal y complementaria</p>	<p>Descapote, preparación, arranque por medio de voladura, cargue y acarreo de caliza, el mineral explotado en la mina se emplea como materia prima en la fabricación de Clinker y como aditivo en la fabricación de cemento, de esta forma la planta Caracolito demanda la totalidad de la producción de la mina.</p> <p>En el área del proyecto del contrato de concesión 6823 no existen sistemas de beneficio y transformación de la caliza. Estas actividades se realizan en la infraestructura localizada y licenciada en el contrato de concesión del título 8-4205.</p>																																										
<p>Volúmenes de reservas mineras y proyección anual proyectada</p>	<p>En el ítem 3.2.2.2.4 del Documento de descripción del proyecto, se indica que el planeamiento minero está proyectado a ejecutarse en 3 fases de 10 años de duración cada una. La cuantificación de volúmenes de reservas mineras durante los 30 años se presenta en la Tabla 3.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 3. Cantidades de Caliza y Estéril – Proyecto Título 6823.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="7" style="background-color: #003366; color: white;">RESUMEN FASES DE EXPLOTACIÓN - CONTRATO 6823</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #003366; color: white;">Fase</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Vida útil (años)</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Caliza ton</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">R.E</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Estéril ton</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Estéril Aprovechado ton</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Estéril a escombrer a ton</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FASE 1</td> <td>10</td> <td>8 790 371</td> <td>0,23</td> <td>2 005 545</td> <td>191 824</td> <td>1 813 721</td> </tr> <tr> <td>FASE 2</td> <td>10</td> <td>8 892 534</td> <td>0,14</td> <td>1 217 931</td> <td>118 840</td> <td>1 099 091</td> </tr> <tr> <td>FASE 3</td> <td>10</td> <td>866 144</td> <td>0,21</td> <td>181 480</td> <td>6 980</td> <td>174 500</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>30</td> <td>18 549 050</td> <td></td> <td>3 404 956</td> <td>317 643</td> <td>3 087 312</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Respuesta Auto PAR -I-No.001176, 2019</p> <p>Por las características del yacimiento, se produce un material que no es apto para la producción de cemento, pero que es necesario extraer para la explotación de caliza, mineral de interés de la compañía. Este material, conocido como estéril, actualmente es dispuesto en las escombreras del complejo minero La Esmeralda.</p>	RESUMEN FASES DE EXPLOTACIÓN - CONTRATO 6823							Fase	Vida útil (años)	Caliza ton	R.E	Estéril ton	Estéril Aprovechado ton	Estéril a escombrer a ton	FASE 1	10	8 790 371	0,23	2 005 545	191 824	1 813 721	FASE 2	10	8 892 534	0,14	1 217 931	118 840	1 099 091	FASE 3	10	866 144	0,21	181 480	6 980	174 500	Total	30	18 549 050		3 404 956	317 643	3 087 312
RESUMEN FASES DE EXPLOTACIÓN - CONTRATO 6823																																											
Fase	Vida útil (años)	Caliza ton	R.E	Estéril ton	Estéril Aprovechado ton	Estéril a escombrer a ton																																					
FASE 1	10	8 790 371	0,23	2 005 545	191 824	1 813 721																																					
FASE 2	10	8 892 534	0,14	1 217 931	118 840	1 099 091																																					
FASE 3	10	866 144	0,21	181 480	6 980	174 500																																					
Total	30	18 549 050		3 404 956	317 643	3 087 312																																					
<p>Actividades asociadas a cada fase del Proyecto</p>	<p>Las fases contempladas en el presente estudio de modificación de licencia ambiental son: pre operativa, operativa y cierre.</p> <p>Las actividades asociadas a cada fase se relacionan en la Tabla 4.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 4. Fases y actividades del proyecto</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #003366; color: white;">Fase / Etapa</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Actividad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #003366; color: white;"> </td> <td style="background-color: #003366; color: white;"> </td> </tr> </tbody> </table>	Fase / Etapa	Actividad																																								
Fase / Etapa	Actividad																																										

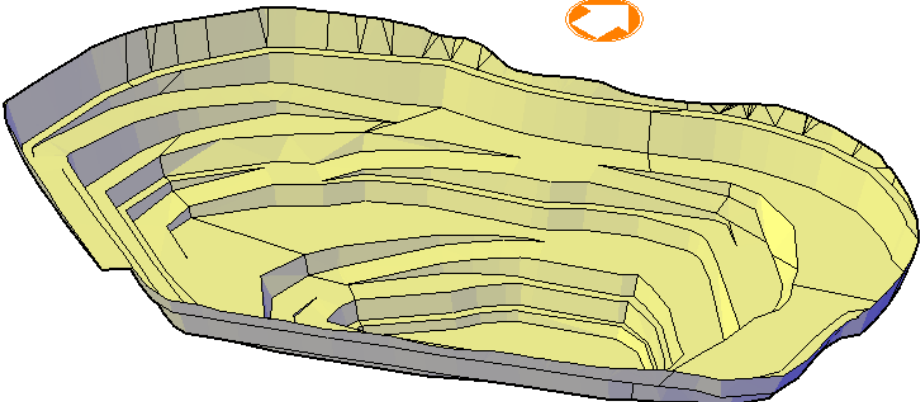
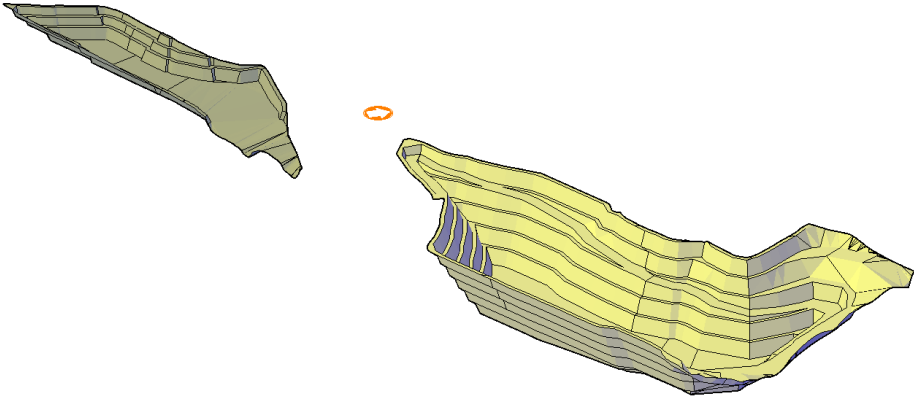
DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

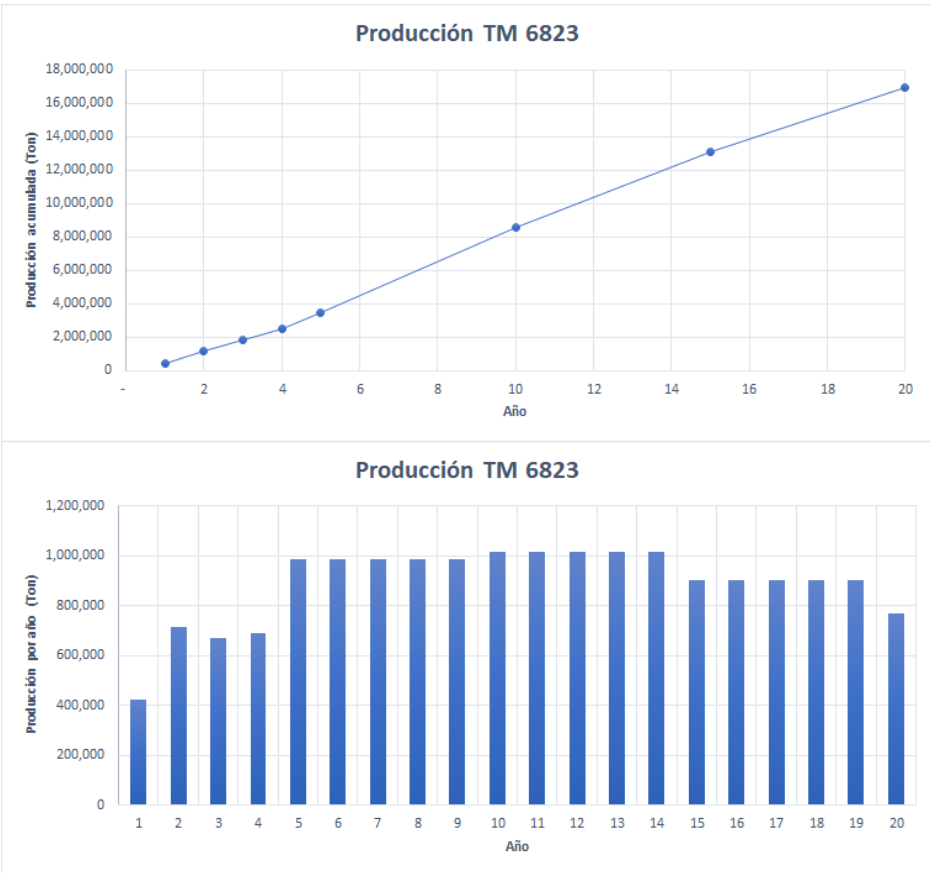
Características	Descripción	
	Pre - operativa	Aprovechamiento Forestal: Retiro de las especies maderables y no maderables localizadas en el área de explotación de caliza.
		Descapote y preparación del terreno (incluye vedas): Es el descubrimiento del yacimiento o cuerpo mineral, mediante la remoción de la capa o cobertura vegetal. El descapote se realizará en un solo banco de altura variable entre 2 y 7 m, con talud de banco de 90 grados.
		Construcción de sistemas de manejo de aguas: Corresponde a la construcción de las cunetas en el tajo de explotación, sistema de tratamiento (laguna de sedimentación) y conducciones del sistema de descarga de las aguas tratadas hacia el río Coello.
		Diseño y planteamiento de la relocalización del camino mular interceptado: Se realizará el planteamiento y diseño de la relocalización de tal forma que se asegure la conectividad de la población hacia las veredas del municipio.
	Operativa	Construcción de los tramos de relocalización del camino mular.
		Extracción de caliza (perforación y voladuras): Consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte. Para esta actividad se incluyen las actividades de voladura. Comprende las fases de: perforación, cargue de barrenos, realizaciones de conexiones y voladuras.
		Cargue de caliza en frente minero: Una vez el mineral es desprendido de la roca, es cargado y acarreado el material hasta la trituradora.
		Almacenamiento temporal de caliza en los tajos mineros.
		Transporte interno de caliza a zona de trituración y zona de alimentación a banda mina: Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de beneficio.
		Remoción y manejo de material estéril: El arranque es la remoción del estéril para luego permitir la extracción del mineral de interés. El estéril es manejado hasta la extensión de la escombrera superior etapa 1 y retrolenado Chicalá.
		Transporte de material estéril a sitios de disposición: Es el traslado del material desde el frente de extracción hasta los sitios de disposición correspondiente a la extensión de la escombrera superior etapa 1 y retrolenado Chicalá .

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Características	Descripción												
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="467 327 675 827"></td> <td data-bbox="675 327 1365 510">Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición. Se realizará el mantenimiento de vías agregando material y extendiéndose con motoniveladora. Las vías se humectan con un carro tanque adaptado para riego.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="467 510 675 604"></td> <td data-bbox="675 510 1365 604">Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="467 604 675 751"></td> <td data-bbox="675 604 1365 751">Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento), operación y mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas lluvia y escorrentía, sistemas de tratamiento de remoción de sólidos y descarga.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="467 751 675 827"></td> <td data-bbox="675 751 1365 827">Generación de residuos sólidos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="467 827 675 1671">Cierre</td> <td data-bbox="675 827 1365 1671"> <p>Estabilización geotécnica: Estas obras están encaminadas a generar una adecuación geomorfológica del terreno en las zonas de tajos del PIT de tal forma que se logren alcanzar los factores de seguridad mínimos bajo diferentes condiciones para la etapa de cierre (perfilado y/o reconformación).</p> <p>Reconformación y rehabilitación del suelo y siembra de material vegetal: En los taludes finales y zonas ecológicas de la plataforma de la escombrera en el frente Chicalá.</p> <p>Obras para el manejo de aguas: Estas obras están encaminadas a realizar una adecuada captación de aguas provenientes de las partes altas de los tajos, para disponerlas adecuadamente de forma tal que no afecten la estabilidad general de los taludes de las obras.</p> <p>Instalación de señalización: Consiste en la señalización de áreas que requieran informar que son de seguridad, de prohibición, etc.</p> <p>Construcción ecoparque: Como propuesta de cierre de la mina se plantea la construcción de ecoparque el cual tendrá la conformación de senderos ecológicos, áreas para restaurantes, áreas para actividades lúdicas, entre otras y el cual será entregado a las autoridades pertinentes para su administración.</p> <p>Cierre social: Actividades para dar cumplimiento a compromisos o acuerdos establecidos dentro del EIA y de la gestión social del proyecto.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1713 440 1858">Duración de la explotación</td> <td data-bbox="440 1713 1393 1858">La caliza explotada en la mina se emplea como materia prima en la fabricación de Clinker y como aditivo en la fabricación de cemento, de esta forma la planta Caracolito demanda la totalidad de la producción de la mina.</td> </tr> </table>		Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición. Se realizará el mantenimiento de vías agregando material y extendiéndose con motoniveladora. Las vías se humectan con un carro tanque adaptado para riego.		Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación.		Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento), operación y mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas lluvia y escorrentía, sistemas de tratamiento de remoción de sólidos y descarga.		Generación de residuos sólidos	Cierre	<p>Estabilización geotécnica: Estas obras están encaminadas a generar una adecuación geomorfológica del terreno en las zonas de tajos del PIT de tal forma que se logren alcanzar los factores de seguridad mínimos bajo diferentes condiciones para la etapa de cierre (perfilado y/o reconformación).</p> <p>Reconformación y rehabilitación del suelo y siembra de material vegetal: En los taludes finales y zonas ecológicas de la plataforma de la escombrera en el frente Chicalá.</p> <p>Obras para el manejo de aguas: Estas obras están encaminadas a realizar una adecuada captación de aguas provenientes de las partes altas de los tajos, para disponerlas adecuadamente de forma tal que no afecten la estabilidad general de los taludes de las obras.</p> <p>Instalación de señalización: Consiste en la señalización de áreas que requieran informar que son de seguridad, de prohibición, etc.</p> <p>Construcción ecoparque: Como propuesta de cierre de la mina se plantea la construcción de ecoparque el cual tendrá la conformación de senderos ecológicos, áreas para restaurantes, áreas para actividades lúdicas, entre otras y el cual será entregado a las autoridades pertinentes para su administración.</p> <p>Cierre social: Actividades para dar cumplimiento a compromisos o acuerdos establecidos dentro del EIA y de la gestión social del proyecto.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p>	Duración de la explotación	La caliza explotada en la mina se emplea como materia prima en la fabricación de Clinker y como aditivo en la fabricación de cemento, de esta forma la planta Caracolito demanda la totalidad de la producción de la mina.
	Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición. Se realizará el mantenimiento de vías agregando material y extendiéndose con motoniveladora. Las vías se humectan con un carro tanque adaptado para riego.												
	Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación.												
	Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento), operación y mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas lluvia y escorrentía, sistemas de tratamiento de remoción de sólidos y descarga.												
	Generación de residuos sólidos												
Cierre	<p>Estabilización geotécnica: Estas obras están encaminadas a generar una adecuación geomorfológica del terreno en las zonas de tajos del PIT de tal forma que se logren alcanzar los factores de seguridad mínimos bajo diferentes condiciones para la etapa de cierre (perfilado y/o reconformación).</p> <p>Reconformación y rehabilitación del suelo y siembra de material vegetal: En los taludes finales y zonas ecológicas de la plataforma de la escombrera en el frente Chicalá.</p> <p>Obras para el manejo de aguas: Estas obras están encaminadas a realizar una adecuada captación de aguas provenientes de las partes altas de los tajos, para disponerlas adecuadamente de forma tal que no afecten la estabilidad general de los taludes de las obras.</p> <p>Instalación de señalización: Consiste en la señalización de áreas que requieran informar que son de seguridad, de prohibición, etc.</p> <p>Construcción ecoparque: Como propuesta de cierre de la mina se plantea la construcción de ecoparque el cual tendrá la conformación de senderos ecológicos, áreas para restaurantes, áreas para actividades lúdicas, entre otras y el cual será entregado a las autoridades pertinentes para su administración.</p> <p>Cierre social: Actividades para dar cumplimiento a compromisos o acuerdos establecidos dentro del EIA y de la gestión social del proyecto.</p> <p style="text-align: center;">Fuente: Elaboración propia.</p>												
Duración de la explotación	La caliza explotada en la mina se emplea como materia prima en la fabricación de Clinker y como aditivo en la fabricación de cemento, de esta forma la planta Caracolito demanda la totalidad de la producción de la mina.												

Características	Descripción
	<p>La producción de la mina depende de las demandas de la Planta de Cemento y está a su vez de las demandas del Área Comercial.</p> <p>A continuación se presenta la secuencia de avance proyectada para cada título minero, la proyección de la producción para los próximos 20 años, en ella se relacionan las Fases del proyecto minero.</p> <div data-bbox="467 604 1377 1066" style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 4. Modelo tridimensional Año 1 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda Fuente: Elaboración propia</p> <div data-bbox="456 1255 1372 1661" style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 5. Modelo tridimensional Año 5 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda Fuente: Elaboración propia</p>

Características	Descripción
	 <p data-bbox="479 772 1356 861">Figura 6. Modelo tridimensional Año 10 de avance de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda Fuente: Elaboración propia</p>  <p data-bbox="479 1325 1356 1413">Figura 7. Modelo tridimensional Año 20 configuración final de la explotación yacimiento de Calizas Título Minero 6823 Mina La Esmeralda Fuente: Elaboración propia</p> <p data-bbox="451 1444 1383 1507">A continuación, se presenta la proyección de la producción para los próximos 20 años, en ella se relacionan las fases del proyecto minero.</p>

Características	Descripción
	<div style="text-align: center;">  <p>Producción TM 6823</p> <p>Producción TM 6823</p> </div> <p style="text-align: center;">Figura 8. Proyección explotación contrato 8-6823 Fuente: Cemex, 2020</p>
<p>Sustancias químicas</p>	<p>Para el área del Título 6823 no existe infraestructura de energía, gas o agua, dado que toda actividad de este tipo se realiza en el área definida para el título 8-4205.</p> <p>Combustibles</p> <p>Para el área del Título 6823 no existen zonas de almacenamiento o distribución de combustibles, las zonas de distribución de combustible están localizadas en el área del título minero 8-4205.</p> <p>El único combustible empleado en la operación minera del TM 6823 es ACPM y es almacenado en un tanque sencillo con una capacidad de 12,080 gal operado por EPSA. El tanque cuenta con dique de protección en caso de derrames y en caso de emergencia, se controlaría por medio de un sistema manual de extinción de incendios. Se adjunta la Ficha Técnica en el ANEXO CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.012.</p> <p>Explosivos</p>

Características	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> ● Arranque de voladura <p>De acuerdo con la dureza de la roca se utilizan dos medios, uno mecánico directamente con retroexcavadoras tipo Cat 390, ó con la implementación de voladuras a través de la utilización de agentes explosivos tipo Anfo e Indugel AV 800.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Perforación <p>La operación de perforación de barrenos se ejecuta con equipos rotopercutivos tales como la perforadora Atlas Copco L8, ver Fotografía 1, con martillo en fondo y con diámetro de 6,25 in . Ver especificaciones de equipo en la Tabla 5. Los parámetros de diseño empleados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Profundidad barreno: entre 10 y 20 m. ● Burden: 5,5 m. ● Espaciamiento: 6,5 m. ● Sobreperforación: 1 m. ● Taco: entre 3,5 y 4 m. ● Plantilla: a tres bolillo <p>Los accesorios utilizados son no eléctricos y en ocasiones detonadores electrónicos, a continuación se describen los principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Multiplicador tipo pentofex de 337,5 gr. ● Detonadores de fondo tipo Exel – Handidet de 25/700 y 50/1400 ms. ● Detonadores de superficie tipo Exel – Connectadet de 0, 9, 17, 42, y 65 ms. ● Detonadores electrónicos tipo Unitronic 600. <div data-bbox="565 1220 1265 1724" style="text-align: center;"> </div> <p>Fotografía 1. Perforadora Atlas Copco L8 Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018</p>

Características	Descripción																																																			
	<p style="text-align: center;">Tabla 5. Catálogo general del equipo de perforación</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #003366; color: white;">Descripción</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Unidad</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Marca</td> <td>Atlas Copco</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>L8</td> <td>2011</td> </tr> <tr> <td>Velocidad media de perforación</td> <td>m/h</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Velocidad media de traslación</td> <td>Km/h</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Diámetro utilizado de perforación</td> <td>in</td> <td>5-6,75</td> </tr> <tr> <td>Costo medio de perforación</td> <td>USD/ton</td> <td>0,26</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Voladura <p>Las voladuras de la mina se programan siguiendo una secuencia ordenada que cumple con el proyecto de explotación de la cantera.</p> <p>Los diseños se hacen de acuerdo con parámetros preestablecidos resultado de diversos Estudios técnicos que ha realizado la empresa para la optimización de las voladuras conforme a las características litológicas y estructurales de la roca y la cercanía a la población de Payandé.</p> <p>Producto de estos estudios y de los resultados de las voladuras realizadas se han establecido patrones de diseño de acuerdo con el diámetro de perforación, ver Tabla 6.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 6. Parámetros de perforación y voladura</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #003366; color: white;">ID</th> <th style="background-color: #003366; color: white;">Descripción</th> <th colspan="3" style="background-color: #003366; color: white;">Parámetro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Hole diameter</td> <td>4,00 in</td> <td colspan="2">6,75 in</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Bench height</td> <td>10,0 m</td> <td>10,0 m</td> <td>20,0 m</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Burden</td> <td>3,5 m</td> <td>5,5 m</td> <td>6,5 m</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Spacing</td> <td>3,5 m</td> <td>5,5 m</td> <td>6,5 m</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Subdrilling</td> <td>0,5 m</td> <td>1,0 m</td> <td>1,0 m</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Unidad	Cantidad	Marca	Atlas Copco	1	Modelo	L8	2011	Velocidad media de perforación	m/h	35	Velocidad media de traslación	Km/h	12	Diámetro utilizado de perforación	in	5-6,75	Costo medio de perforación	USD/ton	0,26	ID	Descripción	Parámetro			1	Hole diameter	4,00 in	6,75 in		2	Bench height	10,0 m	10,0 m	20,0 m	3	Burden	3,5 m	5,5 m	6,5 m	4	Spacing	3,5 m	5,5 m	6,5 m	5	Subdrilling	0,5 m	1,0 m	1,0 m
Descripción	Unidad	Cantidad																																																		
Marca	Atlas Copco	1																																																		
Modelo	L8	2011																																																		
Velocidad media de perforación	m/h	35																																																		
Velocidad media de traslación	Km/h	12																																																		
Diámetro utilizado de perforación	in	5-6,75																																																		
Costo medio de perforación	USD/ton	0,26																																																		
ID	Descripción	Parámetro																																																		
1	Hole diameter	4,00 in	6,75 in																																																	
2	Bench height	10,0 m	10,0 m	20,0 m																																																
3	Burden	3,5 m	5,5 m	6,5 m																																																
4	Spacing	3,5 m	5,5 m	6,5 m																																																
5	Subdrilling	0,5 m	1,0 m	1,0 m																																																

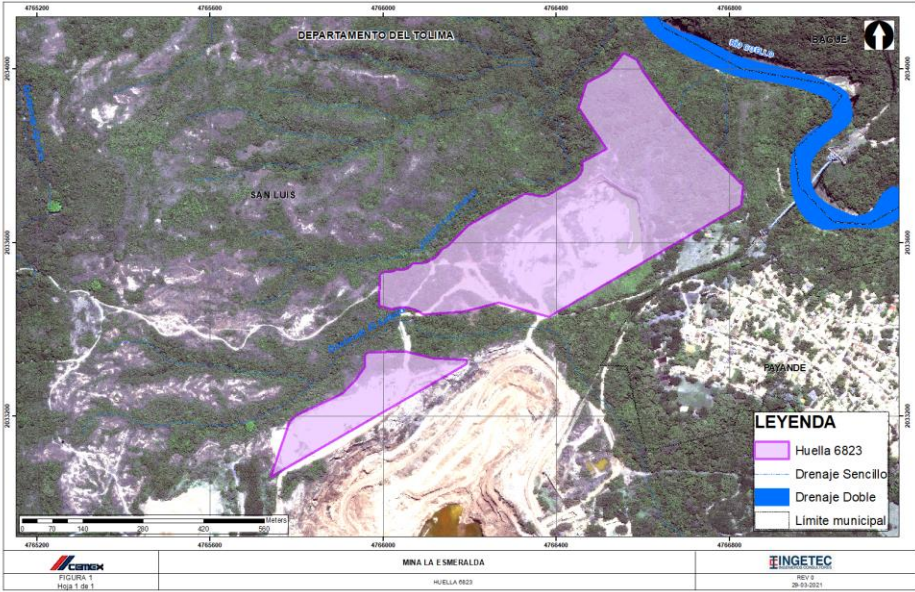
Características		Descripción		
6	Hole depth	10,5 m	11,0 m	21,0 m
7	Stemming	3,0 a 3,5 m	3,5 a 4,0 m	3,8 a 4,5 m
8	Hole production	306 ton/hole	756 ton/hole	2113 ton/hole
9	Relation charge	157 a 185 gr/ton	167 a 196 gr/ton	137 a 161 gr/ton
10	Relation energy	139 a 150 kcal/ton	147 a 157 kcal/ton	120 a 128 kcal/ton
<p>*Los kilogramos de explosivo pueden variar de acuerdo con la técnica de carga empleada según la dureza y diaclazamiento de la roca.</p> <p>Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018</p> <p>Los explosivos que se usan son los suministrados por Indumil, como carga de fondo se usa 1 unidad de pentofex en los barrenos de 10 m y 2 unidades en los de 20 m; como carga de columna se usa anfo de preferencia o indugel AV 800 cuando los barrenos presentan agua, o se carga una columna mixta de anfo e indugel, dependiendo de la cantidad de agua existente en el barreno. Ver Figura 9.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Figura 9. Esquema de distribución de explosivos en los barrenos Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018</p> <p>La carga máxima instantánea de explosivo se establece acorde a la distancia entre el polígono de voladura hasta la construcción más cercana que a la fecha es el colegio de Payandé; de acuerdo al estudio de Blast Dynamics del 19 de julio de 1993, se recomienda adoptar voluntariamente como instrumento de autorregulación para el control de las vibraciones el Criterio de daños establecido por la norma RI 8507 de la Oficina de Minas de Estados Unidos, la cual, para estructuras viejas en adobe o mampostería como las presentes en el corregimiento de Payandé y a frecuencias bajas de 3 a 10 Hz, el nivel máximo de vibración permitido es de 0,5 pulg/seg.</p> <p>La proyección de explosivos se estimó con base en la proporción de producción de caliza multiplicada por un factor de consumo de 0,160Kg/ton. Sin embargo, no se almacenan explosivos en la mina y son operados por EPSA y ORICA.</p>				

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Características	Descripción																		
	<p>Para mayor detalle, dirigirse al Capítulo de Descripción del Proyecto, numeral 3.3.3.2.3.Explotación.</p>																		
<p>Maquinaria para el desarrollo de las actividades del Proyecto</p>	<p>Se resalta que las instalaciones de apoyo minero y del beneficio del material (trituradoras) se encuentran instaladas y operando actualmente con los permisos correspondientes bajo el título minero 4205 del complejo minero de La Esmeralda (Resolución No. 00855 del 24 de julio de 2017 - Plan de Manejo Ambiental Título Minero 4205 - ANLA).</p> <ul style="list-style-type: none"> • La maquinaria utilizada en actividades de desmonte, retiro de suelos y descapote son bulldozer tipo Cat D8, motoniveladoras tipo Cat H14, retroexcavadoras Cat 390 y 3 camiones dumper Cat 773. • Arranque y cargue con equipo tipo Caterpillar 336 tanto de los materiales aprovechables como el descapote y los materiales estériles. Una vez es arrancado, se carga el material con camiones tipo Dumper Caterpillar 773 y se acarrea a las escombreras de estériles o almacenamiento de suelos. • Los tajos de caliza descubiertos, son limpiados con la hoja del tractor de orugas tipo Bulldozer Cat D8, con el fin de eliminar cualquier contaminante y dejar el banco nivelado para la perforación. <p>Para la explotación, extracción, cargue y transporte del material obtenido en el título minero 6823, se emplean las siguientes maquinarias y herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el arranque de voladura se utilizan dos medios de acuerdo con la dureza de la roca, uno mecánico directamente con retroexcavadoras tipo Cat 390, o con la implementación de voladuras a través de agentes explosivos. • La operación de perforación de barrenos se ejecuta con equipos rotopercutivos tales como la perforadora Atlas Copco L8. Ver las especificaciones de equipo en la Tabla 7. <p style="text-align: center;">Tabla 7. Catálogo general del equipo de perforación</p> <table border="1" data-bbox="626 1241 1203 1810"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Marca</td> <td>Atlas Copco</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Modelo</td> <td>L8</td> <td>2011</td> </tr> <tr> <td>Velocidad media de perforación</td> <td>m/h</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Velocidad media de traslación</td> <td>Km/h</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Diámetro utilizado de perforación</td> <td>In</td> <td>5-6,75</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Unidad	Cantidad	Marca	Atlas Copco	1	Modelo	L8	2011	Velocidad media de perforación	m/h	35	Velocidad media de traslación	Km/h	12	Diámetro utilizado de perforación	In	5-6,75
Descripción	Unidad	Cantidad																	
Marca	Atlas Copco	1																	
Modelo	L8	2011																	
Velocidad media de perforación	m/h	35																	
Velocidad media de traslación	Km/h	12																	
Diámetro utilizado de perforación	In	5-6,75																	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Características	Descripción			
	<table border="1" data-bbox="630 331 1203 415"> <tr> <td data-bbox="630 331 948 415">Costo medio de perforación</td> <td data-bbox="953 331 1084 415">USD/ton</td> <td data-bbox="1089 331 1203 415">0,26</td> </tr> </table> <p data-bbox="732 422 1101 449">Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018</p> <p data-bbox="448 485 1385 541">Los accesorios utilizados son no eléctricos y en ocasiones detonadores electrónicos, se describen los principales a continuación:</p> <ul data-bbox="500 579 1279 695" style="list-style-type: none"> ● Multiplicador tipo pentofex de 337,5 gr. ● Detonadores de fondo tipo Exel – Handidet de 25/700 y 50/1400 ms. ● Detonadores de superficie tipo Exel – Connectadet de 0, 9, 17, 42, y 65 ms. ● Detonadores electrónicos tipo Unitronic 600. <p data-bbox="448 730 1385 787">Como accesorios de voladura se utilizan los sistemas de detonadores no eléctricos, por la seguridad y bajo nivel de ruido que generan.</p> <ul data-bbox="500 825 1385 972" style="list-style-type: none"> ● Detonadores de fondo: se utilizan detonadores no eléctricos DUAL DELAY. ● Retardos de superficie: se utilizan los detonadores no eléctricos SINGLE DELAY. ● Se están haciendo pruebas con el uso de detonadores electrónicos Unitronic UT500 con el ánimo de conocer las bondades de esta tecnología en el control de vibraciones y granulometría. <p data-bbox="448 1010 1182 1037">Actualmente no hay maquinaria operando para realizar arranque mecánico.</p> <p data-bbox="448 1066 1385 1123">El cargue es con retroexcavadoras sobre orugas tipo Caterpillar 390 y 336, y Cargador Frontal sobre neumático tipo Cat 988, de todo este material tiene como destino las trituradoras.</p> <p data-bbox="448 1161 1385 1245">Para el acarreo se cuenta con siete camiones mineros rígidos tipo Dumper Cat 773 con capacidad para transporte de 60 Ton de los cuales cuatro se destinan al transporte de caliza hasta la zona de trituración y el resto en trasiego de estériles a las escombreras.</p> <p data-bbox="448 1283 1385 1339">Para la limpieza de frentes, adecuación de bancos y escombreras se utiliza un tractor de orugas tipo Cat D8 y un carro taller-grúa como apoyo.</p> <p data-bbox="448 1377 1385 1486">Como complemento a la operación minera y para mitigar el polvo levantado por el paso de los vehículos es necesario realizar el mantenimiento de las vías de la mina con el apoyo de una motoniveladora Cat 14H y bulldozer Cat D8. En humectación de vías se utiliza un carrotanque con sistema de aspersión para riego con capacidad de 20 m³.</p>	Costo medio de perforación	USD/ton	0,26
Costo medio de perforación	USD/ton	0,26		
Área del Proyecto	<p data-bbox="448 1520 1385 1604">La mina tiene concesionada un área de 93 ha y 8425 m². El nivel de recursos minerales de mina asciende a 155 millones de toneladas, para lo cual se tiene que el contrato de concesión 8-6823 tiene un 31% del total de recursos equivalente a 48,05 millones de toneladas.</p> <p data-bbox="448 1642 1385 1726">La secuencia de explotación está determinada por el plan de mezclas y los requerimientos de la Planta de Cemento Caracolito. En la Figura 10, se presentan las zonas de explotación que se encuentran dentro del título 6823.</p>			

Características	Descripción
	 <p style="text-align: center;">Figura 10. Áreas de explotación</p>
Espacios comunitarios	<p>La infraestructura requerida para el proyecto de explotación se encuentra instalada, y es la misma que se utiliza para el contrato 8-4205 consiste en contenedores adaptados como oficinas para el personal administrativo, baterías sanitarias, vistieres con duchas, kiosco para alimentación y capacitación, almacén de repuestos y taller de mantenimiento mecánico.</p> <p>El área de oficinas tiene 82 m², con una estructura de 2 pisos y 4 oficinas; la caseta de control de ingreso está construida en ladrillo a la vista y concreto reforzado con cubierta de fibrocemento.</p> <p>No hay campamentos mineros, teniendo en cuenta que el personal proviene de centros poblados aledaños y de Ibagué.</p> <p>Las áreas auxiliares mineras corresponden a las instaladas en el título 4205 que no hacen parte del licenciamiento de este estudio. Además, para el área del TM 6823 no existe infraestructura de energía, gas o agua, dado que toda actividad de este tipo se realiza en el área definida para el título 8-4205.</p>
Equipamiento para emergencias	<p>Los recursos disponibles para el manejo de emergencias en la Mina La Esmeralda se detallan en el numeral 1.0.3.3.1.1. Componente de preparación para la respuesta a la emergencia</p>
Recurso humano	<p>El recurso humano disponible para el manejo de emergencias en la Mina La Esmeralda se detallan en el numeral 1.0.3.3.1.1. Componente de preparación para la respuesta a la emergencia</p>
Horario de funcionamiento	<p>En la concesión minera 6823 mina La Esmeralda, se presentan diferentes turnos de trabajo que se relacionan en la siguiente tabla:</p>

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Características	Descripción									
	<p style="text-align: center;">Tabla 8. Horarios de trabajo Mina La Esmeralda</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th data-bbox="448 390 760 470" rowspan="2">Horario de trabajo</th> <th colspan="2" data-bbox="763 390 1377 470">Mina La Esmeralda</th> </tr> <tr> <th data-bbox="763 474 1068 554">Personal Administrativo</th> <th data-bbox="1071 474 1377 554">Personal Operativo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="448 558 760 705" style="text-align: center;">7:00 am - 5:00 pm</td> <td data-bbox="763 558 1068 705"></td> <td data-bbox="1071 558 1377 705" style="text-align: center;"> 04:00 am - 12:00 pm 07:00 am - 05:00 pm 08:00 am - 6:00 pm 11:00 am - 8:00 pm </td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: CEMEX, La Esmeralda</p>		Horario de trabajo	Mina La Esmeralda		Personal Administrativo	Personal Operativo	7:00 am - 5:00 pm		04:00 am - 12:00 pm 07:00 am - 05:00 pm 08:00 am - 6:00 pm 11:00 am - 8:00 pm
Horario de trabajo	Mina La Esmeralda									
	Personal Administrativo	Personal Operativo								
7:00 am - 5:00 pm		04:00 am - 12:00 pm 07:00 am - 05:00 pm 08:00 am - 6:00 pm 11:00 am - 8:00 pm								

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.2. Contexto Externo.

Hace referencia al ambiente exterior al cual pertenece la organización y busca alcanzar sus objetivos organizacionales de compromiso, credibilidad y confianza con su entorno y con la comunidad del área de influencia de probable afectación.

Este numeral hace énfasis en requisitos legales reglamentarios y la descripción del entorno del proyecto; los elementos expuestos entorno de la actividad y la relacionada con el área de afectación probable; las condiciones biofísicas, de localización; la identificación de instalaciones que pueden originar amenaza e información pertinente definida en los instrumentos de planificación del desarrollo.

Teniendo en cuenta que la línea base ambiental es el punto de partida para la identificación de elementos expuestos y para la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales asociados con la materialización del riesgo. Para el presente Plan de Gestión del Riesgo se identifican los elementos expuestos una vez se haya analizado el área de afectación probable de cada riesgo. Esta identificación y análisis se desarrolla en el numeral ... *Identificación de elementos expuestos dentro del área de afectación probable* ... del presente Plan de Gestión del Riesgo.

Según la clasificación de las áreas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), las cuales presentan un ordenamiento jurídico, lo que las convierte en determinantes ambientales dentro de la normatividad ambiental de Colombia. En el caso del presente proyecto, estas áreas RUNAP (Registro Único de Áreas Protegidas) no presentan ningún tipo de cruce con zonas de intervención o área de influencia. Adicionalmente, los ecosistemas estratégicos que se encuentran dentro de la clasificación de áreas de importancia ambiental y son considerados dentro de éstos los páramos, humedales, nacimientos, zonas de recarga de acuíferos y el bosque seco tropical; no hacen parte del área de influencia, ni del área de intervención del proyecto, tampoco existe ningún cruce con este tipo de zonas.

En la Tabla 9 se enumeran una serie de leyes, decretos y normas generales relacionadas con la gestión del riesgo en el marco internacional, nacional y local.

Tabla 9. Normatividad aplicable

Norma	Descripción
NORMATIVIDAD INTERNACIONAL	
Health and Safety at Work etc. Act 1974 HSE.	Acta de seguridad e higiene en el trabajo
NORMATIVIDAD NACIONAL	
Política Nacional de Seguridad Minera Resolución N° 18-1467 de 2011	<p>La política busca establecer los pilares para el mejoramiento de la seguridad minera en el país y definir lineamientos técnicos y operativos para prevenir al máximo accidentes y que estos puedan provocar la muerte de trabajadores mineros. La política se fundamenta en los siguientes pilares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque preventivo • Mayor exigencia técnica • Participación activa y compromiso de todas las partes interesadas • Consolidación de un sistema público de información en materia de seguridad minera
Constitución Política de Colombia Art. 215	<p>Cuando sobrevengan hechos que perturben o amenacen con perturbar en forma grave o inminente el orden económico, social y ecológico del país, o que constituyan grave calamidad pública, podrá el presidente con la firma de los ministros declarar el estado de emergencia. Mediante declaración que deberá ser motivada, podrá el presidente dictar decretos con fuerza de ley destinada a conjurar la crisis y a impedir la extensión de sus efectos”.</p>
Ley 46 del 2 de noviembre de 1988	<p>“Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres SNPAD, se otorga facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones”</p>
Decreto 919 del 1 de mayo de 1989	<p>“Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones”</p>
Ley 99 del 22 de diciembre de 1993	<p>Crea el Ministerio del Medio Ambiente, organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA)”</p>
Decreto 2222 de 1993	<p>Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto</p>
Ley 142 de 1994	<p>Establece la Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan.</p>

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Decreto 969 de 1995	“Por el cual se organiza y reglamenta la Red Nacional de Centros de Reserva para la Atención de Emergencias”
Ley 1575 de 2012	“Por medio del cual se establece la ley general de Bomberos de Colombia”
Ley 400 de 1997	“Por la cual se adopta el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia”
Decreto 926 de 2010	“Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR”
Decreto 93 de 1998	“Por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres”
Decreto 879 de 1998	“Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 388/97” - Señala que las áreas de amenazas y riesgos deben ser identificadas, delimitadas, se deben adelantar acciones para evitar la localización de actividades o asentamientos humanos en dichas zonas, reubicarlos según el caso, se debe proceder al establecimiento de restricciones y sanciones por su localización indebida, y la aplicación de acciones de manejo, recuperación y prevención.”
Decreto 4147 de 2011	Por el cual se crea la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Se establece su objeto y estructura.
Resolución 1401 de 2012	Por la cual se señala el criterio para definir la autoridad ambiental competente para aprobar el plan de contingencia del transporte de hidrocarburos o sustancias nocivas de que trata el inciso 2 del artículo 3 del Decreto 4728 de 2010.
Ley 1523 de 2012	"Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones".
Decreto 1076 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Resolución 1767 de 2016	Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias y se adoptan otras determinaciones.
Decreto 2157 de 2017	“Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres en las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012”
Normas Técnicas Colombianas (NTC) Y Normalización Técnica Internacional	
NTC 5254	Gestión del Riesgo
NTC 1700	Higiene y Seguridad. Medidas de Seguridad en Edificaciones. Medios de Evacuación y Código NFPA 101. Código de Seguridad Humana. Establece cuáles son los requerimientos que deben cumplir las edificaciones en cuanto a salidas de evacuación, escaleras de emergencia, iluminación de evacuación, sistemas de protección especiales, número máximo de personas por unidad de área, entre otros requerimientos; parámetros que son analizados con base en el uso de los edificios, es decir, comercial, instituciones educativas, hospitales, industrias, entre otros.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

NTC 2885	Higiene y Seguridad. Extintores Portátiles. Establece en uno de sus apartados, los requisitos para la inspección y mantenimiento de portátiles, igualmente el código 25 de la NFPA Standard for the inspection, testing and maintenance of water-based fire protection systems USA: 2002. Establece la periodicidad y pruebas que se deben realizar sobre cada una de las partes componentes de un sistema hidráulico contra incendios.
NTC 2388	Símbolos para la información del público.
NTC 1867	Sistemas de señales contra incendios, instalaciones, mantenimiento y usos.
ISO 31000:2009	Gestión del Riesgo
ISO 73:2009	Gestión de Riesgos Vocabulario

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.2.1. Elementos expuestos en torno de la actividad y la relacionada con el área de influencia.

La descripción e identificación de los elementos vulnerables tanto en el área actual como proyectada se realiza con base en la caracterización ambiental (abiótica, biótica y social) del área de influencia del presente estudio. Ver Tabla 10 y Figura 11.

Tabla 10. Descripción de elementos vulnerables

Elementos Físicos	Descripción
Infraestructura del proyecto	<p>La infraestructura requerida para el proyecto de explotación se encuentra instalada, y es la misma que se utiliza para el contrato 8-4205 consiste en contenedores adaptados como oficinas para el personal administrativo, baterías sanitarias, vestieros con duchas, kiosco para alimentación y capacitación, almacén de repuestos y taller de mantenimiento mecánico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vías - Camino mular - Canales de recolección y conducción de agua del pit minero - Piscina de sedimentación
Abióticos	<ul style="list-style-type: none"> - Río Coello - Zanjón los Hilos. - Drenaje el Salado - Drenaje 1 - Drenaje 2 - Vulnerabilidad intrínseca de acuíferos a la contaminación (aguas subterráneas) - Sitios de captación de agua (USOCOELLO para tres puntos: distrito de riego, acueducto e hidroeléctrica) - Usos y usuarios <p>En el caso de la cuenca del río Coello, se encuentra el uso agrícola comunitario (riego), el cual está representado por la concesión asignada para el distrito de riego de USOCOELLO, cuya fuente es el río Coello a la altura del caserío Gualanday del municipio de Coello (esto se encuentra aguas abajo de la zona de intervención de la mina La Esmeralda). El uso</p>

	<p>principal del agua es irrigar las áreas de cultivo de arroz ubicadas en el municipio de Espinal y parte de los municipios de Guamo y Flandes.</p> <p>La segunda demanda con mayor representación es la generación de energía hidroeléctrica, desde el distrito de riego USOCOELLO se desvían aguas para generación energética por parte de la empresa Hidrotolima sector “La Ventana”.</p> <p>El siguiente uso de mayor importancia es el uso agrícola individual, para el cual las captaciones de mayor caudal se ubican en la zona de la cuenca aguas arriba de la mina La Esmeralda.</p> <p>Posteriormente, se encuentra el uso doméstico comunitario (Acueductos), desde el sistema USOCOELLO se captan las aguas para uso humano del municipio de Espinal, el corregimiento de Chicoral del mismo municipio, y el municipio de Coello.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 11. Usuarios de interés POMCA subzona hidrográfica del río Coello</p> <table border="1" data-bbox="565 737 1442 936"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Nombre</th> <th rowspan="2">x</th> <th rowspan="2">y</th> <th rowspan="2">Uso</th> <th rowspan="2">Fuente</th> <th colspan="2">Coord. Sistema Origen Único</th> </tr> <tr> <th>Este</th> <th>Norte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>USOCOELLO</td> <td>894393</td> <td>965045</td> <td>Agrícola</td> <td>Río Coello</td> <td>4774915,7</td> <td>2031180,46</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: Gestión Integral de Recurso Hídrico, GIRH - CORTOLIMA, 2019.</p>	Nombre	x	y	Uso	Fuente	Coord. Sistema Origen Único		Este	Norte	USOCOELLO	894393	965045	Agrícola	Río Coello	4774915,7	2031180,46
Nombre	x						y	Uso	Fuente	Coord. Sistema Origen Único							
		Este	Norte														
USOCOELLO	894393	965045	Agrícola	Río Coello	4774915,7	2031180,46											
<p>Bióticos</p>	<p>- Áreas ambientalmente sensibles</p> <p>En el caso del presente proyecto, las áreas RUNAP (Registro Único de Áreas Protegidas) no presentan ningún tipo de cruce con zonas de intervención o área de influencia.</p> <p>El área del proyecto como su área de influencia no se cruza con sitios RAMSAR, Reservas de la biosfera, AICAS o patrimonios de la humanidad.</p> <p>El área de influencia del proyecto no se encuentra cerca de ningún área establecida como de reserva de la Ley 2 de 1959.</p> <p>El área de influencia del proyecto no se cruza con ecosistemas estratégicos. Ya que, estos ecosistemas están clasificados como áreas de importancia ambiental y son considerados dentro de estos los páramos, humedales, nacimientos, zonas de recarga de acuíferos y el bosque seco tropical. En el caso del área de influencia y el área de intervención del proyecto, no existe ningún cruce con este tipo de zonas.</p> <p>Para mayor detalle dirigirse a la sección 5.2.2.4. Ecosistemas Estratégicos, Sensibles y/o Áreas Protegidas del presente estudio.</p>																
<p>Sociales</p>	<p>Son todos aquellos elementos sociales presentes en el área de influencia</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asentamientos humanos. - Infraestructura social y comunitaria - Uso actual del suelo del área de influencia - Receptores de aire y ruido 																

Fuente: Elaboración propia

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

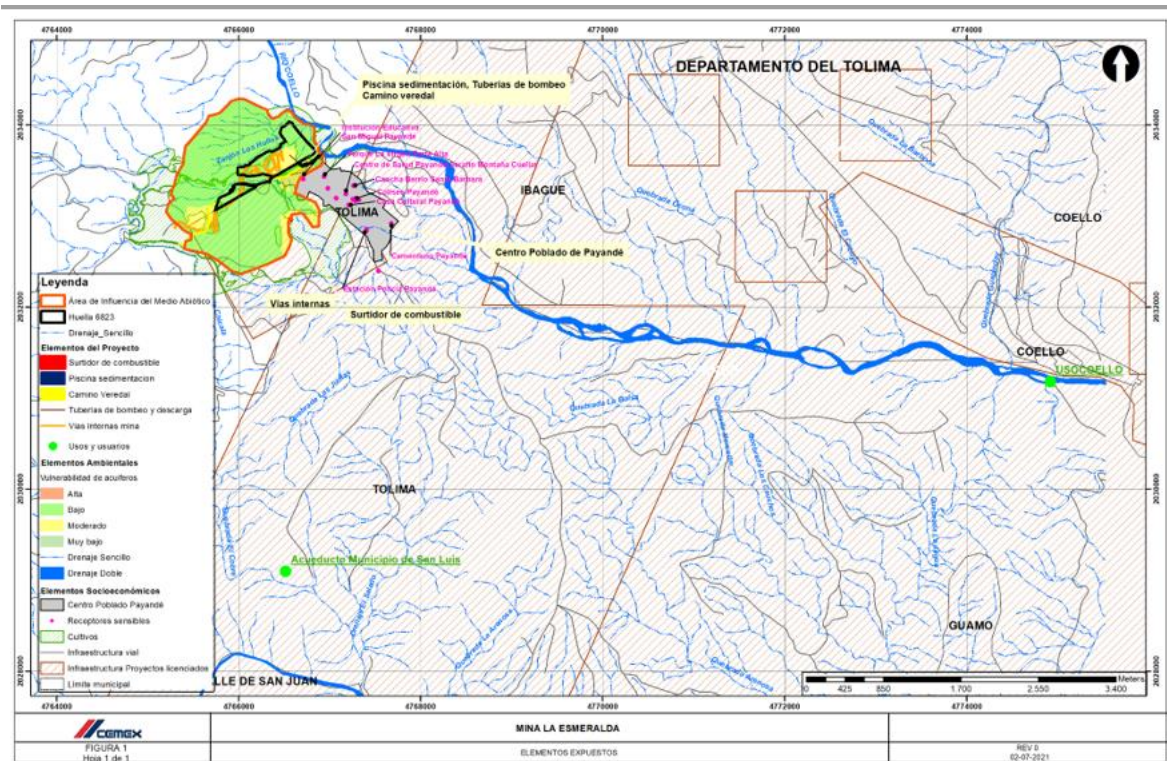


Figura 11. Elementos expuestos concesión minera 6823

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.2.2. Descripción del entorno

La información relacionada con la descripción biofísica (abiótica, biótica y social) del entorno de la actividad que se solicita en este numeral, se desarrolla y hace parte del presente Estudio específicamente en el capítulo 5. Caracterización ambiental. Por lo anterior, no se describe el entorno del proyecto.

10.3.1.1.2.3. Identificación de instalaciones que puedan originar amenazas.

A continuación, se menciona la infraestructura que compone el proyecto y la que posiblemente puede originar amenazas. Es importante resaltar que la infraestructura requerida para el proyecto de explotación se encuentra instalada, y es la misma que se utiliza para el contrato 8-4205, sin embargo, se aclara que no hacen parte del licenciamiento de este estudio.

Tabla 12. Instalaciones que puedan generar amenazas

Instalación	Características
Almacenamiento de combustible	Para el área del Título 6823 no existen zonas de almacenamiento o distribución de combustibles, las zonas de distribución de combustible están localizadas en el área del título minero 8-4205.

Instalación	Características
	<p>El único combustible empleado en la operación minera del TM 6823 es ACPM y es almacenado en un tanque sencillo con una capacidad de 12.080 gal. El tanque cuenta con dique de protección en caso de derrames y en caso de emergencia, se controlaría por medio de un sistema manual de extinción de incendios.</p>
Áreas auxiliares mineras	<p>Corresponde a las instaladas en el título 4205 y que son descritas a continuación. Sin embargo, se aclara que <u>no hacen parte del licenciamiento de este estudio.</u></p> <p>Trituradora Primaria: Estructura mixta en concreto reforzado y metal que consta de una tolva, un alimentador vibratorio y un triturador. Con capacidad nominal de trituración de 1000 Ton/h.</p> <p>Banda Transportadora 312-04: Estructura metálica con propiedades mecánicas de transporte del material triturado con una longitud total de 26 ml.</p> <p>Trituradora Secundaria: Estructura mixta en concreto reforzado y metal que consta de una tolva, una alimentador vibratorio, un triturador con capacidad nominal de trituración de 1000 Ton/h.</p> <p>Banda Transportadora 313-02: Estructura metálica con propiedades mecánicas de transporte del material triturado con una longitud total de 135 ml.</p> <p>Banda Transportadora 313-49: Estructura metálica con propiedades mecánicas de transporte de material triturado con una longitud total de 38 ml.</p> <p>Pulmón: Área de almacenamiento de roca caliza triturada que consta de una estructura en concreto y otra estructura metálica, bases de la banda transportadora 313-49.</p> <p>Tolva Alimentadora 350: Estructura metálica que provee un flujo constante y uniforme de roca caliza triturada con una capacidad nominal de 1000 Ton/h para almacenamiento o para transporte de la caliza.</p> <p>Alimentador de placas 313-03: Estructura metálica de alto impacto vibratorio que realiza la alimentación de la tolva alimentadora a la banda 313-06.</p> <p>Banda Transportadora 313-06: Estructura metálica con propiedades mecánicas de transporte de material triturado que consta de una cubierta con estructura metálica con una longitud de 20 ml.</p> <p>Banda Mina: Estructura metálica con propiedades mecánicas de transporte de material triturado con una longitud total de 1400 ml.</p> <p>Talleres: placa de concreto con estructura metálica y cubierta en un área de 450 m².</p> <p>Trituradora móvil: se ubicará en el pit de explotación para aprovechamiento de material estéril, capacidad 250 ton/hr.</p> <p>Trituradora primaria: se ubicará cerca al circuito actual de trituración para aprovechamiento de material estéril y alimentar la banda transportadora, capacidad 250 ton/hr.</p>

Instalación	Características																
Áreas de apoyo	<p>Como infraestructura de apoyo se encuentran instalados contenedores adaptados como oficinas para el personal administrativo, baterías sanitarias, vestidores con duchas, kiosco para alimentación y capacitación, almacén de repuestos y portería.</p> <p>El área de oficinas tiene 82 m², con una estructura de 2 pisos y 4 oficinas; la caseta de control de ingreso está construida en ladrillo a la vista y concreto reforzado con cubierta de fibrocemento.</p> <p>No hay campamentos mineros, teniendo en cuenta que el personal proviene de centros poblados aledaños y de Ibagué.</p>																
Taludes Mina	<p>Los taludes en la cantera para los trabajos objeto de extracción pueden alcanzar una altura máxima de 20,0 m. Presentan diferentes características en términos de materiales, inclinación, altura de bancos y ancho de bermas.</p> <p>En este sentido, para los trabajos a llevarse a cabo se plantea la realización de bancos de hasta 20,0 m de alto para las excavaciones de los rellenos allí existentes con una inclinación de hasta 75° (para las arenas puzolánicas) y bermas de 5,0 a 20,0 m de ancho.</p> <p>En cuanto a la inclinación de taludes para las excavaciones de los materiales de caliza (de la Formación Payandé) la altura de bancos alcanzará hasta 20,0 m inclinados a 70°, con bermas de 5,0 m hasta 20,0 m como se puede ver en la siguiente tabla</p> <p style="text-align: center;">Tabla 13. Características geométricas de las excavaciones a realizarse en el TM 6823.</p> <table border="1" data-bbox="602 1066 1320 1440"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Dimensión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Altura de banco de trabajo</td> <td>≤ 20,0 m</td> </tr> <tr> <td>Altura de banco pit final</td> <td>≤ 20,0 m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de berma de operación</td> <td>5,0 a 15,0 m</td> </tr> <tr> <td>Ancho de berma pit final</td> <td>5,0 a 15,0 m</td> </tr> <tr> <td>Ángulo de talud de trabajo</td> <td>>75°</td> </tr> <tr> <td>Ángulo de talud pit final</td> <td>70°</td> </tr> <tr> <td>Ángulo de pendiente de desagüe</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Fuente: CEMEX (2020).</p> <p>Los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad muestran que con la geometría propuesta se obtienen factores de seguridad que reflejarían unas condiciones de amenaza bajas para la mayor parte de los escenarios y taludes evaluados, con excepciones puntuales de algunos taludes en las que se alcanza un nivel de amenaza medio para escenarios extremos de aguas máximas y de sismo.</p>	Parámetro	Dimensión	Altura de banco de trabajo	≤ 20,0 m	Altura de banco pit final	≤ 20,0 m	Ancho de berma de operación	5,0 a 15,0 m	Ancho de berma pit final	5,0 a 15,0 m	Ángulo de talud de trabajo	>75°	Ángulo de talud pit final	70°	Ángulo de pendiente de desagüe	2%
Parámetro	Dimensión																
Altura de banco de trabajo	≤ 20,0 m																
Altura de banco pit final	≤ 20,0 m																
Ancho de berma de operación	5,0 a 15,0 m																
Ancho de berma pit final	5,0 a 15,0 m																
Ángulo de talud de trabajo	>75°																
Ángulo de talud pit final	70°																
Ángulo de pendiente de desagüe	2%																

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.2.4. Información sobre gestión del riesgo definida en los instrumentos de planificación territorial.

Con información actualizada y disponible de los instrumentos de planificación que sirve como un insumo del análisis de riesgos, en la Tabla 14, se presenta la información pertinente sobre gestión del riesgo definida en los instrumentos de planificación territorial del municipio de San Luis del departamento de Tolima.

Tabla 14. Áreas de riesgo identificadas a través de los instrumentos de planificación

Instrumento	Información disponible sobre gestión del riesgo	
	Municipio / Auto administrativo	Descripción / Observación
Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas - POMCA	RÍO COELLO II Fase Diagnóstico - CORTOLIMA (2019)	<p>H 2.7 AMENAZAS Y RIESGOS NATURALES</p> <p>Dentro del documento se desarrolló el numeral 2.7.1 que contiene las amenazas Geológicas e Hídricas identificadas para la cuenca del río Coello. Según estudios geológicos, geomorfológicos y de pendiente realizados en los municipios que hacen parte de la Cuenca del río Coello, se recopiló información referente en los documentos y planos de amenazas de los diferentes municipios, que soportan su caracterización de las mismas y que se presentan en el sector rural de dichos municipios. Para los municipios que hacen parte de la cuenca de Coello, los fenómenos más frecuentes son los procesos de remoción en masa, actividad volcánica e inundación.</p> <p>2.7.1.1 Actividad volcánica: Esta cuenca en el departamento del Tolima, es la que tiene un mayor grado de amenaza por actividad volcánica, puesto que en ella se encuentran los volcanes de Nevado del Tolima (Ibagué) y el volcán Cerro Machín (Cajamarca).</p> <p>2.7.1.2 Procesos de remoción en masa: Abarca el conjunto de procesos debidos a transposición directa de materiales de la tierra por acción de la gravedad. Es difícil considerar este tipo de amenaza como un fenómeno aislado e independiente pues siempre está asociado con otros fenómenos naturales o con otro tipo de amenazas. Por lo tanto, se deben tener en cuenta ciertas condiciones regionales como topografía, geología regional y local, geomorfología, cobertura vegetal, pendientes del terreno, hidrología, sismicidad, meteorización (física o química) de las unidades geológicas, procesos de erosión activa y/o potencial (geológica o natural y acelerada o antrópica), grado de intervenciones antrópicas, entre otros.</p> <p>2.7.1.3 Amenaza sísmica: La sismicidad corresponde a la liberación energía elástica acumulada por los movimientos de placas tectónicas y otras estructuras como lo son las fallas geológicas, no solo las que se encuentran en la zona estudiada, sino las que también se disponen en áreas vecinas. Para la caracterización de la amenaza es necesario recurrir a la sismicidad histórica y a la sismicidad instrumental.</p> <p>Dentro del documento se identificó que el código Colombiano de</p>

Instrumento	Información disponible sobre gestión del riesgo	
	Municipio / Auto administrativo	Descripción / Observación
		<p>Construcciones sismo resistentes NSR, ubica a los municipios que hacen parte de la cuenca del río Coello en una zona de amenaza sísmica intermedia. Por la ubicación tectónica y geológica del departamento del Tolima, en su gran mayoría este presenta áreas propensas a sufrir efectos por actividad sísmica y las fuentes sismogénicas posiblemente activas más cercanas, se ubican en el municipio de Dolores (las principales fallas activas son, el Sistema de Fallas del Magdalena, el Sistema de Fallas del Borde Llanero y la Falla de Ibagué).</p> <p>Sismicidad histórica en la región:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reportado un sismo en el año 1805, atribuible a la falla de Ibagué. Afectó las poblaciones de Honda y Mariquita (Inventario inicial de riesgos, IGAC, 1989). • El 31 de agosto de 1917, afectó a todo el país, especialmente a Bogotá y sus alrededores. Magnitud Ms de 7,3. • 4 de agosto de 1938, afectó principalmente la región del Viejo Caldas, produjo daños en Manizales, Pereira, Armenia, Cali y Cartago. Magnitud Ms de 7,0. • 1942, sismo localizado a 30 kilómetros al oriente de la ciudad. Magnitud Ms de 5,7. • 20 de diciembre de 1961, con epicentro cercano a la ciudad de Armenia, con un foco a 176 Km de profundidad. Magnitud Ms de 6,5 • 30 de julio de 1962, con epicentro en el departamento de Caldas y a una profundidad de 69 kilómetros. Magnitud Ms de 6,7. • 3 de abril de 1973, con epicentro en el departamento del Quindío, ocurrió a 158 kilómetros de profundidad. Magnitud Ms de 6,4. • 19 de mayo de 1976, afectó principalmente a Armenia, con un saldo de 500 damnificados. El epicentro estuvo en el Norte del Valle, a una profundidad de 157 kilómetros. Magnitud Ms de 6,4. • 23 de noviembre de 1979, a una profundidad de 108 kilómetros, con epicentro en el Norte del Valle, con graves daños en las ciudades de Armenia, Pereira y Manizales. Magnitud Ms de 6,3. • 25 de enero de 1999, con epicentro en el municipio de Córdoba (Quindío) y a una profundidad de 20 Km. Magnitud Ms de 6. Numerosos daños en el departamento de Quindío y Risaralda, así como daños menores en municipios de Tolima y Caldas. <p>2.7.1.4 Amenaza por inundaciones: Se hace mención en el documento de las zonas que se encuentran expuestas a esta amenaza, las cuales están restringidas al río Cabrera y a la quebrada El Pescado, afectando partes de la zona rural dentro de las veredas de La Caja y San Andrés. Las inundaciones se presentan exclusivamente en épocas de invierno y se ven restringidas a la parte baja de la llanura de inundación de los cauces. También, se han reportado desbordamientos de la quebrada Las Vegas afectando</p>

Instrumento	Información disponible sobre gestión del riesgo	
	Municipio / Auto administrativo	Descripción / Observación
		<p>algunas fincas y cultivos aledaños en la vereda San Pedro.</p> <p>2.7.1.5 Amenaza hídrica: La amenaza se refiere a los diferentes fenómenos de crecientes asociados a represamientos o taponamientos de cauces por movimientos de masa, por acción de las lluvias y/o diferentes a fenómenos volcánicos.</p> <p>Los ríos y quebradas presentes pertenecen a los sistemas de montaña, lo cual les da el carácter de ríos torrenciales, debido a la rápida concentración de la lluvia que ocurre en sus cabeceras. En donde los productos generados por crecientes generalmente son flujos de lodos y de escombros que pueden causar daños en las zonas vecinas a sus riberas.</p> <p>En el área de estudio del POMCA del río Coello se han documentado las siguientes crecientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creciente de la quebrada Perales (1989), causó daños sobre la vía Cajamarca- Armenia y pérdidas materiales. • Creciente del río Anaime (1993), que causó numerosas pérdidas materiales. • Quebrada El Oso (1998), provocó la inundación del barrio doce de octubre de Anaime causando numerosas pérdidas materiales.
Esquema de Ordenamiento Territorial - EOT	<p>SAN LUIS</p> <p>ACUERDO NO° 003 DE 10 DE MARZO DE 2010</p> <p>“Por el cual se adoptan los ajustes al Esquema de Ordenamiento Territorial municipal, se definen los usos del suelo para las diferentes zonas del municipio y se establecen las reglamentaciones urbanísticas correspondientes”</p>	<p>CAPÍTULO IV: ÁREAS DE RIESGO NATURAL.</p> <p>Relaciona la información de las áreas del municipio con probabilidad de sufrir daño o perjuicio a vidas humanas y bienes en un lugar y un cierto periodo de tiempo. En el municipio de San Luis las estas áreas corresponden a las susceptibles de amenazas volcánicas, procesos de remoción en más y las potencialmente inundables.</p> <p>Áreas de riesgo volcánico: En el municipio se presenta una extensión de 516, 90 Ha (1,25% de la extensión total del municipio) amenazada por los volcanes “Cerro Machín” y “El Nevado del Tolima”. Las veredas en riesgo volcánico son las siguientes: Payandé, El Hobo, Santa Isabel y La Laguna.</p> <p>Áreas de riesgo hidrológico: En el municipio se presenta una extensión de 732,00 ha (1,77% de la extensión total del municipio) potencialmente inundable debido a su presencia en los valles aluviales de los ríos Luisa, Cucuana y Saldaña. Estas áreas se presentan en las siguientes veredas: El Salitre, Caracolí, La Flor, Contreras, Jagua Bartolito, Paraguay, Los Ciruelos, San Cayetano, Tomogó, La Cañada, San Anastasio, Santa Lucia, Primavera, Guadalajara, Luisa García, Cordialidad, Dindal y Malnombre.</p>

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Instrumento	Información disponible sobre gestión del riesgo	
	Municipio / Auto administrativo	Descripción / Observación
		<p>Áreas susceptibles a procesos de remoción en masa: Las áreas del municipio que presentan esta amenaza, corresponden a las que contienen pendientes fuertemente inclinadas a muy escarpadas e influenciadas principalmente por la gravedad. En el municipio se presenta la amenaza de susceptibilidad por procesos de remoción en masa en un área de 876,70 ha (2,12% de la extensión total del municipio). Se encuentra en las siguientes veredas: Payandé, El Salitre, Santa Isabel, El Hobo, La Laguna, La Flor, Jagua Bartolito, Jagua Flor, Paraguay, Contreras, Tomín, El Puño, Tomogó, Gallego, La Cañada, La Meseta, Caimital, Guacimito, Pedregal, Santa Lucía, Guadalajara, Luisa García y La Aurora.</p>

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.3. Contexto Interno.

El contexto interno corresponde al ambiente intrínseco en el cual las entidades buscan alcanzar sus objetivos y se relaciona con la alineación de la gestión del riesgo en los procesos propios de la actividad, la cultura, estructura y estrategia de la entidad evaluada. Estos procesos deben estar alineados con los objetivos de la organización y el compromiso, la credibilidad y la confianza que se debe generar con los trabajadores, los clientes y la comunidad del área de influencia. El sistema está estructurado para trabajar de forma armónica con la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD en caso de ser requerido.

10.3.1.1.3.1. Gobierno, estructura organizacional, funciones y responsabilidades a nivel nacional, regional y municipal

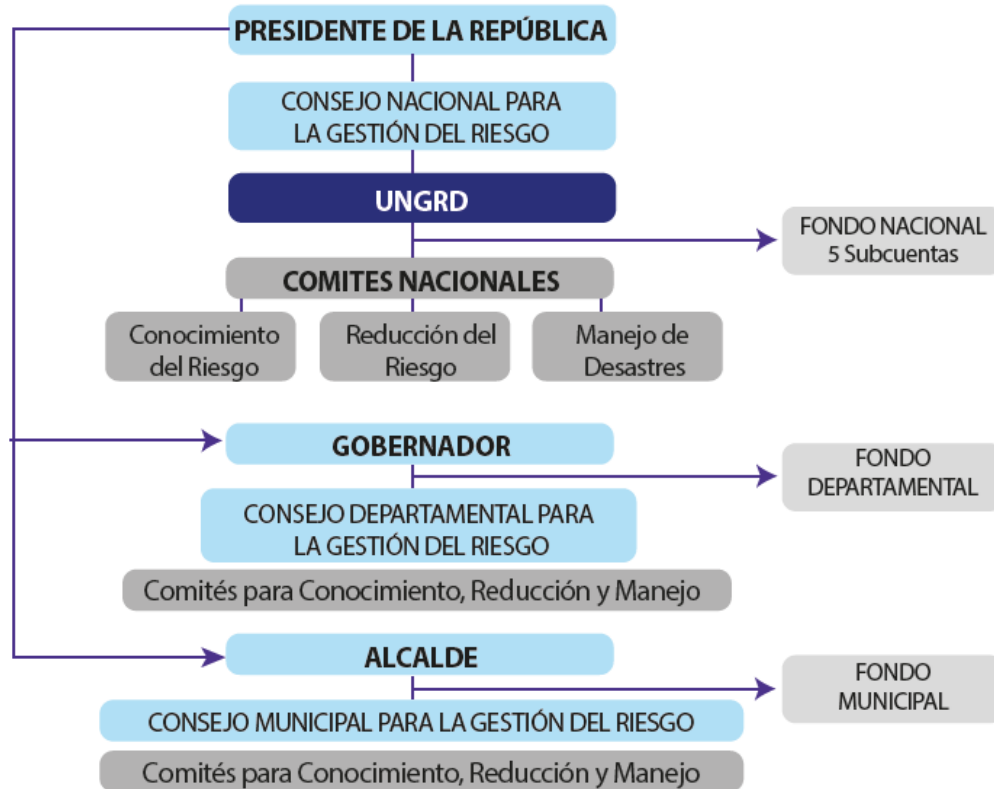


Figura 12. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
Fuente: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD

10.3.1.1.3.2. Roles y responsabilidad Sistema Nacional de Gestión del Riesgo

Tabla 15. Roles y responsabilidad Sistema Nacional de Gestión del Riesgo

<p>Consejo Nacional para la Gestión del Riesgo</p>	<p>Es la instancia superior encargada de orientar a todo el Sistema Nacional encabezado por el Presidente de la República, y a su seguir, los ministros, el Departamento Nacional de Planeación y el Director de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD)</p>
<p>Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres</p>	<p>Es la entidad que se encarga de la coordinación de todo el Sistema Nacional y que dirige la implementación de la Gestión del Riesgo, atendiendo las políticas y el cumplimiento de la normatividad interna, además de las funciones establecidas en el Decreto – Ley 4147 de 2011.</p>
<p>Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo</p>	<p>Son los encargados de asesorar y planificar la implementación permanente del proceso de conocimiento del riesgo y está encabezado por el Director de la UNGRD, seguido por los directores del Departamento Nacional de Planeación, Departamento Nacional de Estadística, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto Colombiano de Geología y</p>

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	Minería, el IDEAM, la Dirección General Marítima, la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Departamentos y la Federación Colombiana de Municipios.
Comité Nacional para la Reducción del Riesgo	Este asesora y planifica la implementación del proceso de reducción del riesgo de desastres. Se encuentra integrado por el Director de la UNGRD, quien lo preside; y los directores del Departamento Nacional de Planeación, el Consejo Colombiano de Seguridad, la Asociación de Corporaciones Autónomas, el Presidente de la Federación Colombiana de Municipios, la Federación de Aseguradores Colombianos y los representantes de universidades públicas y privadas que en sus programas tengan manejo, administración y gestión del riesgo.
Comité Nacional para el Manejo de Desastres	Encargado de asesorar y planificar la implementación del proceso de manejo de desastres. Este comité está encabezado por el Director de la UNGRD, el director del Departamento Nacional de Planeación y los comandantes o directores del Ejército Nacional, la Armada Nacional, la Fuerza Aérea Colombiana, la Policía Nacional, la Defensa Civil, la Cruz Roja Colombiana y la Junta Nacional de Bomberos.
Consejos Departamentales, distritales y locales para la Gestión del Riesgo	Son las instancias de coordinación, asesoría, planeación y seguimiento quienes deben garantizar la efectividad y articulación de los procesos de la Gestión del Riesgo en la entidad territorial que a cada uno le corresponde. Es de resaltar que el trabajo de cooperación de todas las entidades que hacen parte del sistema no se hace de manera independiente, sino que apunta a la integralidad de las comunidades y sus habitantes, haciéndolos responsables de acciones que permitan la seguridad de todos y cada uno, por tal motivo no olvide que usted también es responsable de esta tarea.

Fuente: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres - UNGRD, 2018

Los consejos, de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, deben contar con los respectivos Planes Municipales de Gestión del Riesgo (En este caso, Planes Locales para la Gestión del Riesgo) presididos por el Alcalde y coordinado por un funcionario de la Administración Local.

10.3.1.1.3.3. Estructura organizacional, funciones y responsabilidades a nivel empresarial.

A nivel corporativo se definen y plantean exigentes políticas de carácter ambiental y minero, con base en las cuales se nutren cada una de las operaciones normales y de explotación en la mina. Con base a estas políticas corporativas se definen anualmente prácticas y gestión en cada una de sus operaciones ajustándose a la normatividad vigente. Estas políticas se transforman en prácticas cotidianas en todas las operaciones mediante la implementación de programas ambientales que son establecidos y presupuestados periódicamente.

CEMEX Colombia S.A. es una empresa que crea valor sostenido al proveer productos y soluciones líderes en la industria, para satisfacer las necesidades de construcción. Se esfuerza por crear un mejor futuro consolidándose como la compañía de materiales para la construcción más eficiente e innovadora del mundo.

En el marco de gobierno corporativo de CEMEX se incorporan prácticas corporativas en la estrategia de negocio e impulsan a proveer soluciones para la industria de la construcción que mejoran la calidad de vida de las personas, al mismo tiempo que cubren las necesidades de un mundo con importantes retos sociales y cada vez menos recursos. Desde la etapa de planeación de los proyectos de expansión, se incorporan aspectos de sostenibilidad en la toma de decisiones para implementar mejores prácticas que contribuyan a maximizar la contribución de las operaciones a la sociedad.

Adicionalmente, cuentan con un Sistema de Gestión de las Prácticas Corporativas que incluye los Valores, el Código de Conducta y políticas corporativas.



Figura 13. Valores de la Compañía (I)

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017



Figura 14. Valores de la Compañía (II)

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

10.3.1.1.3.4. Sistema Gerencial

Los sistemas de gestión facilitan la evaluación de riesgos potenciales, la implementación consistente y completa de las herramientas de gestión y el claro establecimiento de expectativas de desempeño a lo largo de todas las operaciones de CEMEX. Las políticas de sostenibilidad se enfocan en áreas clave de impacto y definen los principios que guían la integración de sostenibilidad en sus operaciones.

Las herramientas de gestión son las siguientes:

- ❖ Valores de la empresa
- ❖ Criterios de gestión de nuestra
- ❖ Estrategia de inversión social
- ❖ Sistema de Gestión Ambiental
- ❖ Sistema de Gestión de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional
- ❖ Política de seguridad y salud
- ❖ Código de Ética y Conducta

● Estructura Organizacional

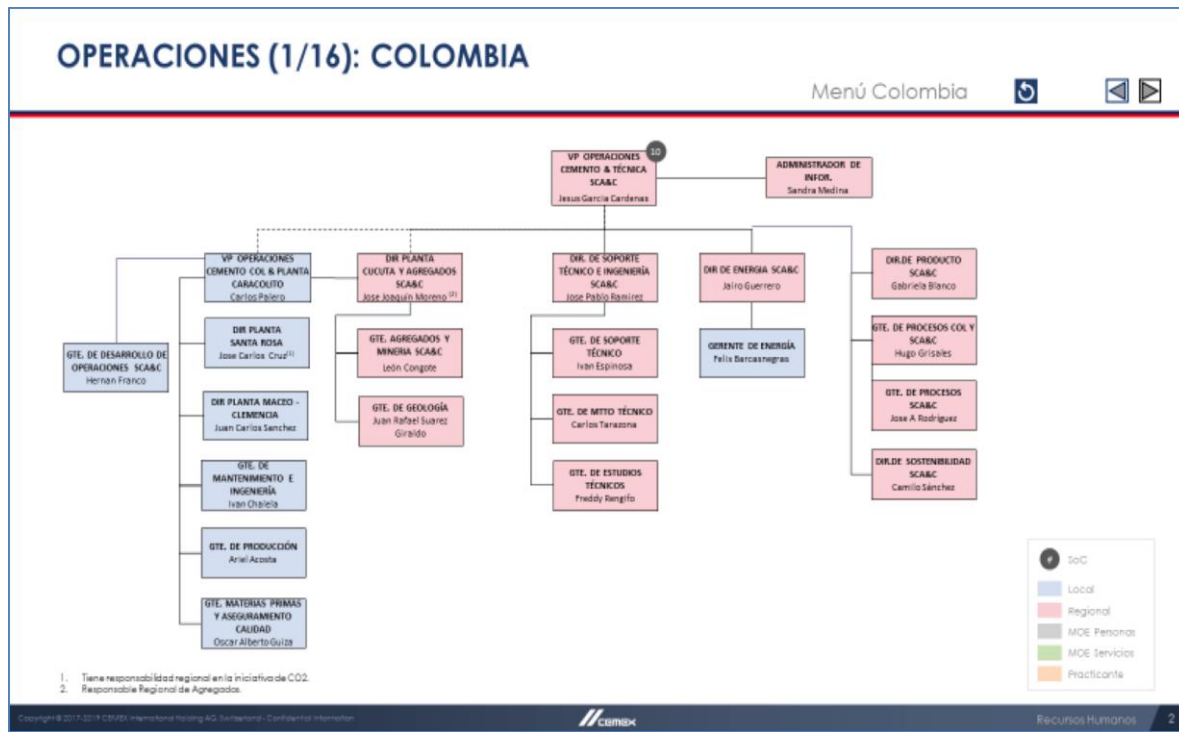


Figura 15. Estructura organizacional de la Compañía
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Estructura Organizacional de la Mina La Esmeralda

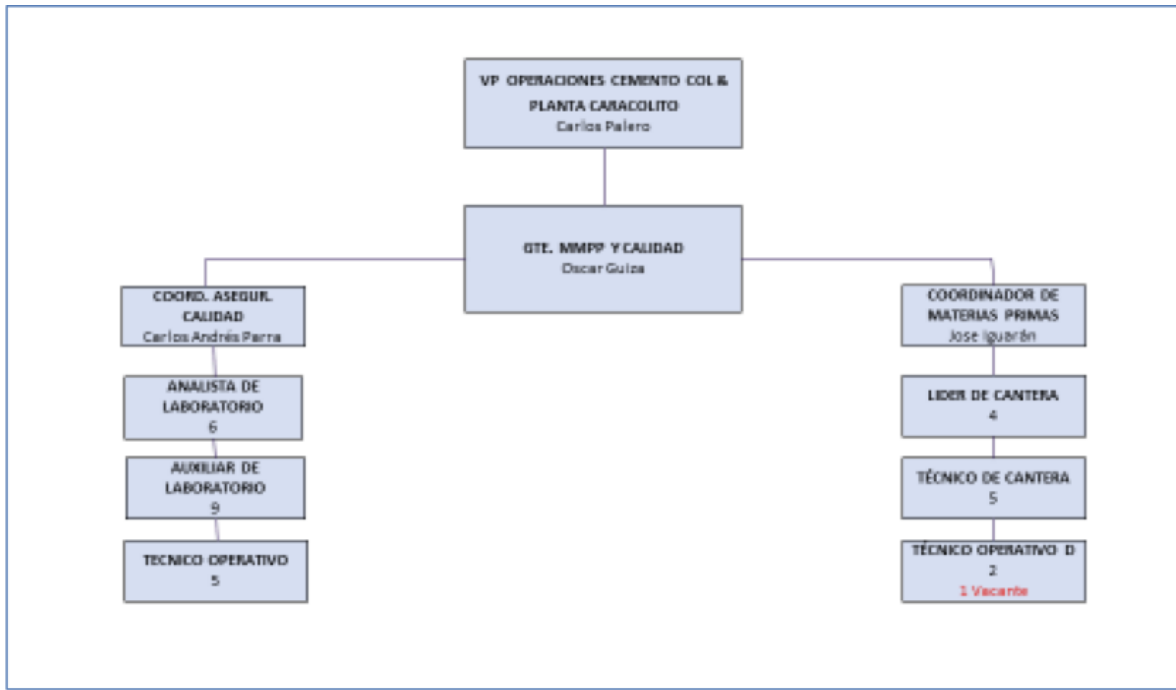


Figura 16. Estructura organizacional de la Mina La Esmeralda
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

En la Figura 17 se presenta la organización y personal de CEMEX COLOMBIA S.A. de la función encargada del cumplimiento ambiental de la Mina La Esmeralda.

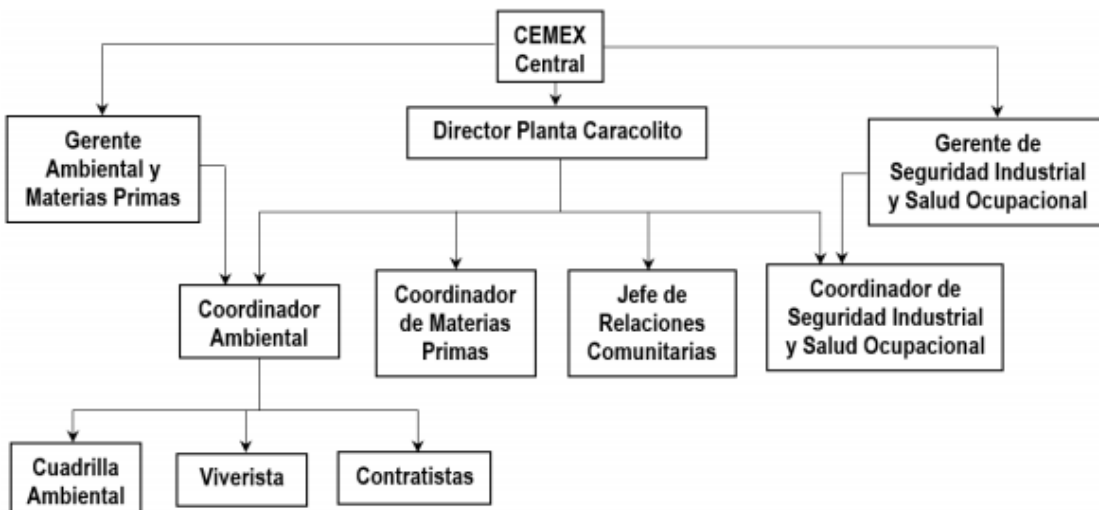


Figura 17. Organigrama
Fuente: ICA TÍTULO 6823 - Periodo 2019 B

*10.3.1.1.3.5. Políticas, objetivos y estrategias diseñadas para la implementación del plan de gestión del riesgo.***Objetivo General**

Realizar el Plan de Gestión del Riesgo, donde se planeará, ejecutará, evaluará y ajustará de tal manera que se garantice la prevención y el manejo a los posibles eventos amenazante o sucesos que se puedan presentar en el Proyecto minero, de acuerdo a las características técnicas operativas y con los objetivos del mismo, en cuanto a calidad, ambiente y personas.

Objetivo Específico

- Determinar qué escenarios de riesgo probables y previsibles pueden afectar el Proyecto y documentar sus características.
- Asegurar que todos los riesgos futuros se identifiquen, evalúen, cuantifiquen, mitiguen y se gestionen adecuadamente.
- Promover la implementación en el Proyecto de acciones hacia la prevención y atención de emergencias que les permitan a los empleados, contratistas y visitantes, desempeñar un comportamiento efectivo y seguro en casos de emergencias.
- Garantizar una evaluación sistemática y uniforme de los riesgos en su fase de operación y cierre.
- Facilitar el cumplimiento de las normas pertinentes, siempre que sea procedente, a través de la adopción de mejores prácticas.
- Proteger al personal, comunidad aledaña, los activos de la compañía y medio ambiente en caso de presentarse una emergencia.

10.3.1.1.3.6. Objetivo General

Diseñar el Plan de Gestión del Riesgo, el cual incluye acciones de planeación, ejecución, evaluación y ajustes a fin de garantizar la prevención y el manejo de los posibles eventos amenazantes o sucesos que se puedan presentar en el área actual y proyectada del TM 6823, conforme a sus características técnicas operativas y sus objetivos en términos de calidad, ambiente y personas.

10.3.1.1.3.7. Objetivo Específico

- Determinar qué escenarios de riesgo probables y previsibles pueden afectar el Proyecto y documentar sus características.
- Asegurar que todos los riesgos futuros se identifiquen, evalúen, cuantifiquen, mitiguen y se gestionen adecuadamente.
- Promover la implementación en el Proyecto de acciones hacia la prevención y atención de emergencias que les permitan a los empleados, contratistas y visitantes de la mina La Esmeralda, desempeñar un comportamiento efectivo y seguro en casos de emergencias.
- Garantizar una evaluación sistemática y uniforme de los riesgos en su fase de operación y cierre.
- Facilitar el cumplimiento de las normas pertinentes, siempre que sea procedente, a través de la adopción de mejores prácticas.
- Proteger al personal, comunidad aledaña, los activos de la compañía y medio ambiente en caso de presentarse una emergencia,

10.3.1.1.3.8. Capacidades (recursos disponibles, conocimiento).

La capacidad de los recursos se detalla en el numeral 10.3.1.1.1. Información general de la actividad del Proyecto Equipamiento para emergencias, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10. Sin embargo, los recursos con los que cuenta CEMEX están definidos de la siguiente manera:

Recursos Humanos	La capacidad de respuesta de la empresa, está dada por la preparación que puedan poseer la totalidad de sus empleados de la misma, y en especial la conformación, capacitación y entrenamiento de la Brigada de Emergencia.
Recursos Materiales	Los recursos materiales actuales hacen referencia a los dispuestos en las instalaciones de apoyo y en la operación de la mina La Esmeralda.

10.3.1.1.3.9. Las relaciones con las partes involucradas internas y sus percepciones y valores.

La empresa CEMEX Colombia S.A es consciente de la importancia que tiene el adecuado relacionamiento con los grupos de interés en el éxito de las actividades que realiza, por esto se basa en los principios de buena fe, confianza y diálogos en doble vía.

Se realizan reuniones formales de forma periódica con los grupos de interés, en el caso de comunidades se desarrollan procesos de consulta y evaluación con estas, en donde se identifican el impacto de las acciones que realiza la Compañía.

Los informes de cumplimiento ambiental evidencian la ejecución de las responsabilidades definidas en los planes de manejo ambiental y sus compromisos con el medio ambiente y la comunidad.

10.3.1.1.3.10. Normas, directrices y modelos adoptados por la organización.

Se toman como referencia las siguientes directrices:

- El Decreto 2157 de 2017 "Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la Ley 1523 de 2012".
- Norma Técnica Colombiana 31000 Gestión del Riesgo, Principios y Directrices

Directriz interna:

Se toma como base para el Presente Plan de Gestión del Riesgo, el documento *PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA*, CEMEX Colombia S.A.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

10.3.1.1.3.11. Descripción de las principales actividades, procesos, métodos operativos y zonas de establecimiento / actividad que estén expuestas a afectaciones / daños.

A continuación, en la Tabla 16 se realiza la descripción de las actividades que se desarrollarán en la operación del título minero 6823.

Tabla 16. Descripción de actividades que se desarrollan y se planean ejecutar por el Proyecto Minero La Esmeralda (Título 6823)

Actividad	Descripción	Exposición a Daños
Aprovechamiento forestal	Retiro de las especies maderables y no maderables localizadas en el área de explotación de caliza.	Sin exposición a afectaciones / daños
Descapote y preparación del terreno	Es el descubrimiento del yacimiento o cuerpo mineral, mediante la remoción de la capa o cobertura vegetal. El descapote se realizará en un solo banco de altura variable entre 2 y 7 m, con talud de banco de 90 grados, para lo cual se utiliza 1 bulldozer.	Sin exposición a afectaciones / daños
Construcción de sistemas de manejo de aguas (cunetas, sistemas de tratamiento y conducciones)	Corresponde a la construcción de las cunetas en el tajo de explotación, sistema de tratamiento (Laguna de sedimentación) y conducciones del sistema de descarga de las aguas tratadas hacia el río Coello.	Sin exposición a afectaciones / daños
Construcción de los tramos de relocalización del camino mular	Por la interceptación del camino mular que atraviesa el complejo minero La Esmeralda, se realizará el planteamiento y diseño de la relocalización de tal forma que se asegure la conectividad de la población hacia las veredas del municipio. Conforme, el diseño de relocalización del camino mular, se realizará su construcción del mismo en el año 1, teniendo en cuenta que la interceptación de la secuencia minera propuesta con este camino se da en el año 1.	Sin exposición a afectaciones / daños
Extracción de caliza (perforación y voladuras)	Consiste en la fragmentación del macizo rocoso a un tamaño que pueda ser manipulado por el sistema definido de cargue y transporte planeado. Para esta actividad se incluyen las actividades de voladura. Comprende las fases de: perforación, cargue de barrenos, realizaciones de conexiones y voladuras.	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o contratista, maquinaria y equipos)
Cargue y transporte interno de caliza a zona de trituración y zona de alimentación a banda mina	Una vez el mineral es desprendido de la roca, es cargado y acarreado el material hasta la trituradora, para esto se utilizan 4 camiones de acarreo y dos equipos de cargue. El transporte consiste en el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de beneficio. Para esta operación se cuenta con 4 camiones tipo CAT 777 mineros, con capacidad para transporte de 70 Tn, las cuales transportan la caliza hasta la zona de trituración.	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o contratista, ambiente)
Remoción y manejo de material estéril	El arranque es la remoción del estéril para luego permitir la extracción del mineral de interés. El estéril es manejado hasta la extensión de la escombrera superior etapa 1 y retrollenado	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Actividad	Descripción	Exposición a Daños
	Chicalá. La maquinaria utilizada es (1) Bulldozer, el cual se utiliza en las escombreras, frentes de explotación, preparación de áreas en desarrollo y limpieza áreas de voladura) y (1) equipo de cargue.	contratista)
Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición	Los bancos de caliza se conformarán a medida que avanza la operación, se realiza mantenimiento de vía, agregando material y extendiéndose para lo cual se utiliza 1 motoniveladora. Las vías se humectan con un carro tanque adaptado para riego. Conforme el avance minero, se adecuarán las vías necesarias para estas actividades.	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o contratista)
Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación	Corresponde a la operación y mantenimiento de los sistemas de recolección de aguas lluvia y escorrentía, sistemas de tratamiento de remoción de sólidos y descarga.	Con exposición a afectaciones / daños (ambiente)
Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento)	Las aguas almacenadas en el fondo del pit serán bombeadas a piscina de sedimentación para su tratamiento y posterior descarga en el río Coello.	Con exposición a afectaciones / daños (ambiente)
Estabilización de taludes	Estas obras están encaminadas a generar una adecuación y reconfiguración geomorfológica del terreno en las zonas de tajos del PIT, de tal forma que se logren alcanzar los factores de seguridad mínimos bajo diferentes condiciones para la etapa de cierre. (perfilado y/o reconfiguración).	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o contratista, maquinaria y equipos)
Cierre y abandono	Esta fase se realiza con cierres progresivos en paralelo con la fase de operación consistente en el cierre de las zonas que se van liberando de explotación y de disposición de material estéril. Adicionalmente se cuenta con el cierre final una vez culminen las actividades de explotación y beneficio de la caliza.	Con exposición a afectaciones / daños (funcionarios directos o contratista, maquinaria y equipos)

Fuente: Elaboración Propia

10.3.1.1.4. Contexto del proceso de gestión del riesgo.

Se orienta a definir aspectos de actuación en la toma de decisiones frente a la intervención del riesgo de desastres por parte de la entidad, actividad o empresa.

10.3.1.1.4.1. Responsabilidades, roles y estructura.

La estructura organizacional para la Prevención y Atención de Emergencias de CEMEX, consiste en la asignación de funciones y de autoridad para la toma de decisiones en la ejecución de acciones durante una emergencia. El esquema desarrollado dentro de la empresa corresponde al Sistema de Comando de Incidente (SCI), que se presenta a continuación.

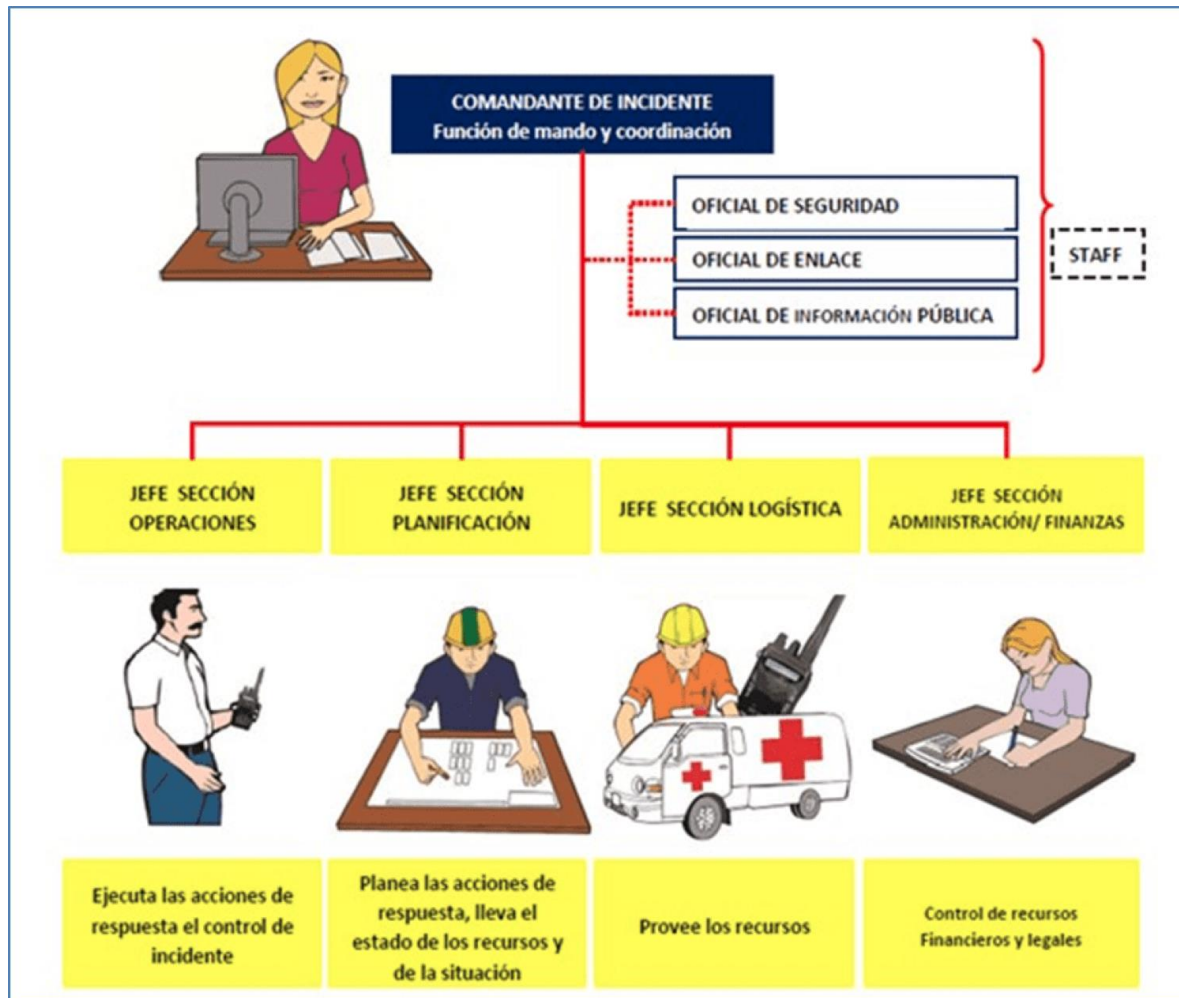


Figura 18. Estructura general y cargos SCI

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

En la estructuración del Plan de Emergencia es necesario asignar funciones, responsabilidad y autoridad para tomar decisiones y ejecutar acciones que conlleven al control de una emergencia. Para la atención oportuna a las emergencias que puedan presentarse en la mina La Esmeralda, se adoptó el SCI bajo Norma NFPA 1561 Sistemas de administración de incidentes para servicios de emergencia.

El Sistema de Comando de Incidentes (SCI) es la combinación de instalaciones, equipamiento, personal, procedimientos, protocolos y comunicaciones, operando en una estructura organizacional común, con la responsabilidad de administrar los recursos asignados para lograr efectivamente los objetivos pertinentes a un evento o incidente operativo.

- **Aplicación del SCI mina La Esmeralda**

Debe aplicarse a cualquier evento contingente dentro o fuera del Proyecto, es útil para la preparación del escenario y de los recursos, si el incidente ha ocurrido, el SCI se inicia desde la llegada de la primera unidad a la escena.

El SCI es una herramienta efectiva en la planificación, con base a los escenarios probables y previsibles de riesgos, desarrollados en el ítem *Listado de escenarios probables y previsibles*.

- **Staff de comando**

Para la administración una emergencia grado II se instalará el centro operaciones de emergencias en el cual funcionará el comando de los incidentes (Nivel estratégico), conformado por el vicepresidente de la unidad de negocios, vicepresidente de comunicaciones, director del Clúster de la unidad de negocios, gerente de seguridad industrial y gerente de seguridad física; a nivel táctico se conformará el PMU o Puesto de Mando Unificado conformado por el jefe de planta y el coordinador de seguridad industrial y/o designado; y a nivel operativos se conforma el PMI Puesto de Mando Inmediato donde participan la brigada de emergencias, guías de evacuación y trabajadores.

- **Estructura para la atención del Incidente**

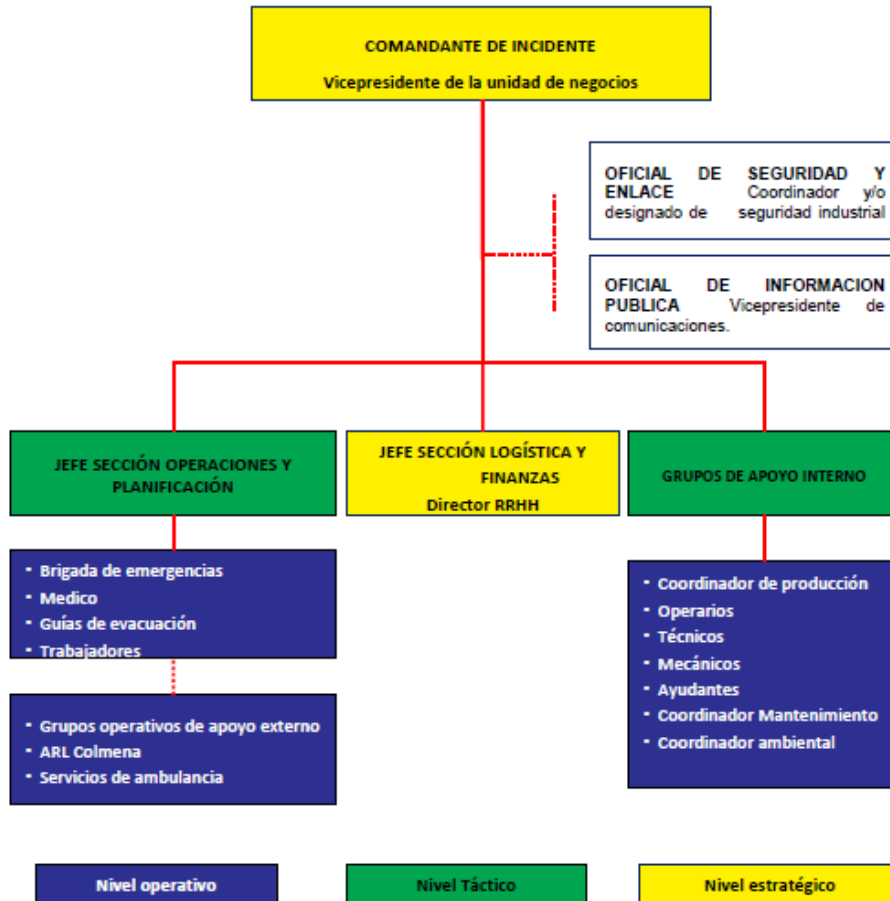


Figura 19. Estructura para la atención del incidente
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

Para dar una respuesta efectiva a las emergencias, se recomienda que la organización optimice los recursos disponibles a fin de minimizar lesiones, daños o pérdidas y eliminar confusiones o dudas de los empleados con respecto a la autoridad en emergencias.

Para tal fin, se establece la siguiente Organización para Emergencias, que cuenta con dos componentes principales: Administración del Plan y Operación de Emergencias, que a su vez tienen unos niveles ya establecidos que se definen a continuación:

- Nivel estratégico

Máxima responsabilidad y autoridad administrativa, su papel principal es apoyar la implementación del Plan General de Respuesta a Emergencia, la designación de recursos, la ejecución de los diferentes procesos de organización y capacitación para afrontar los eventos que se puedan presentar. En la etapa de respuesta de la emergencia se debe definir QUÉ HACER.

- Nivel Táctico

En desarrollo de la respuesta a emergencia asume la responsabilidad y el manejo operativo de las emergencias que se presenten en desarrollo de las labores, es el que define CÓMO HACERLO. En la etapa del antes de la emergencia participa y promueve la implementación del Plan General de Respuesta a Emergencia y de los elementos asociados a este, tales como la Brigada de Emergencia y los recursos para afrontar el evento. El nivel táctico está conformado por los técnicos de operación de la mina.

- Nivel Operativo

Su papel principal es desarrollar las actividades de control en la respuesta a la emergencia (son los encargados de realizar actividades de evacuación de instalaciones, apoyar operaciones de rescate, controlar incendios, prestar primeros auxilios, entre otros). Quienes están a cargo de este nivel son la Brigada de Emergencia.

La brigada, consiste en una organización compuesta por personas motivadas, capacitadas y entrenadas que dependiendo permanencia y nivel de responsabilidad asumen la ejecución de procedimientos operativos necesarios para prevenir o controlar las emergencias.

- Esquema operativo sistema comando de incidentes



DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO





<p>ACV: Área de concentración de víctimas, se instalará para clasificación, estabilización y transporte de varias víctimas de un incidente. Se identifica con las letras ACV y un círculo con fondo amarillo y letras negras en su interior.</p>		
<p>Equipos de emergencia de apoyo: organismos de socorro y trabajadores que pueden apoyar en el control del incidente. La señal que identifica el área es un círculo con fondo amarillo y la letra B en color negro en su interior</p>		
<p>Área de recursos en espera: Recursos necesarios para la atención del incidente. La señal que identifica el área de es un círculo con fondo amarillo y la letra E en color negro en su interior.</p>		
<p>Puesto de comando: Ubicado en el centro de operaciones de emergencias. La señal que identifica el área de es un Rectángulo de color negro con fondo Rojo y las letras PC en color negro en su interior.</p>		
<p>Zona de exclusión</p>	<p>Zona Intermedia</p>	<p>Zona de no exclusión</p>
<p>Nivel tarea</p>	<p>Nivel táctico</p>	<p>Nivel estratégico</p>
<p>Brigada de emergencias Guías de evacuación Trabajadores. Contratistas</p>	<p>Jefe de planta Gerentes en planta Coordinador COP Coordinador seguridad Industrial y/o Encargado</p>	<p>Vicepresidente Vicepresidentes de comunicaciones Director del Clúster Director RHHH Gerente de seguridad industrial Gerente de seguridad Física</p>
<p>Grado 1</p>		<p>Grado 2</p>

Figura 20. Esquema operativo sistema comando de incidentes

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

● **Responsabilidades**

Tabla 17. Funciones y responsabilidades

GRADO	ÁREA	FUNCIÓN	RESPONSABLES
<p>Emergencia Grado I</p>	<p>Zona de exclusión (Restricción total)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Dar aviso al jefe de planta y Coordinador o designados de seguridad industrial de la presencia de la emergencia ● Asumir el control del incidente y la responsabilidad en su fase inicial. ● Asegurar y estabilizar la escena ● Acceder, estabilizar y extraer al paciente ● Realizar procedimientos de búsqueda y rescate ● Aplicar los procedimientos operativos normalizados ● Realizar Triage según la gravedad del incidente (Múltiples Víctimas) ● Instalar el PMI o puesto de mando inmediato en caso de requerirse 	<p>Trabajadores, Contratistas Brigada de emergencias y Organismos de socorro (en caso de ser requerido).</p>

		<ul style="list-style-type: none"> Realizar procedimientos de evacuación Realizar censo en el punto de encuentro 	Guías de evacuación	
	Zona de exclusión parcial (Restricción a terceros)	GESTIÓN TÁCTICA O DE COORDINACIÓN IMPLICA COMO HACERLO		
		<ul style="list-style-type: none"> Control de acceso al área del incidente. 	Vigilante	
		<ul style="list-style-type: none"> Apoyar logístico y de personal de las diferentes áreas de la planta para la atención del incidente Responder operativamente por el manejo del incidente. Delegar el responsable de informar y alertar a la comunidad sobre el incidente. Instalar el puesto de mando unificado en caso de requerirse. Activar la emergencia grado II en caso de requerirse. 	Jefe de Planta Gerente de planta Coordinador COP	
<ul style="list-style-type: none"> Dar instrucciones a la brigada de emergencias y a los trabajadores en caso de requerirse a solicitud del jefe de planta. Mantener el directorio de los representantes de cada una de las instituciones de Socorro Activarlos organismos de socorro en caso de ser necesarios Encargado de activar el MEDEVAC (Plan de emergencias médico) Ejecutar los procedimientos operativos normalizados (PONS). 		Coordinador de seguridad industrial		
	<ul style="list-style-type: none"> Instalan el ACV (área de concentración de víctimas en caso de ser necesario) Realizan triage según la gravedad del incidente Informar a la comunidad y evacuar en caso de ser necesario 	Brigada de primeros Auxilios		
Emergencia Grado II	Zona de no exclusión (Sin restricción)	GESTIÓN ESTRATÉGICA IMPLICA EL DEFINIR QUÉ HACER (campo de Acción Global y Total)		
		<ul style="list-style-type: none"> Asumen la máxima responsabilidad y autoridad en las acciones de para el control total del Incidente y las responsabilidades de Staff en el COE (Centro operaciones de emergencias). 	Jefe de Planta y/o Vicepresidente	
		<ul style="list-style-type: none"> Recolectar, analizar y difundir la información acerca del desarrollo del incidente a Nivel interno. Proporcionar instalaciones, servicios y 	Director del Clúster	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

		<p>materiales para apoyar el Incidente.</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar las necesidades y solicitar los recursos adicionales que se requieran. ● Contactar con representantes de las instituciones de apoyo externo, Hospitales, policía etc. ● Suministra recursos técnico, humano y logístico para la atención de la emergencia. 	<p>Coordinador y/o Gerente de seguridad industrial</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ● Determinar el perímetro de seguridad para una emergencia Grado II y despliega los recursos humanos y técnicos para el control del incidente ● Control de accesos y aseguramiento del área del incidente 	<p>Coordinador y/o Gerente de seguridad física</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer el centro de información prensa. ● Responsable del manejo de la información acerca del incidente a los medios de comunicación, instituciones y público en general. 	<p>Vicepresidente de comunicaciones</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ● Justificar y administrar todos los gastos que se realicen durante el incidente 	<p>Director RRHH</p>

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

● **Brigadas de Emergencia**

Todos los trabajadores que pertenezcan a la Brigada de Emergencias, deben diligenciar su ficha de inscripción correspondiente. Las funciones del equipo de respuesta del Plan de Emergencias y Contingencias se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18. Funciones generales brigadas de emergencia

Funciones Generales de los Brigadistas	
Estructura	
<pre> graph TD LB[Líder de brigada] --- LPA[Líder P. auxilios] LB --- LC[Líder de C. incendios] LB --- LE[Líder de evacuación] LPA --- B[Brigadistas] LC --- B LE --- B B -.- GE[Guías de evacuación] </pre>	
Antes	<ul style="list-style-type: none"> ● Asistir a las sesiones de capacitación de la teoría básica y entrenamiento en prevención y control de emergencias. ● Definir los elementos y equipos necesarios para cumplir con su labor. ● Inspección general de áreas para reconocer las condiciones de riesgo en el trabajo que puedan generar lesiones o hacer peligrar la vida de los trabajadores y el funcionamiento de la compañía. Con base en los hallazgos tomar las medidas correctivas y preventivas para controlar y minimizar la ocurrencia de emergencias o disminuir la vulnerabilidad frente a ellas. ● Instrucción periódica al personal sobre los procedimientos de evacuación.
Durante	<ul style="list-style-type: none"> ● Actuar inmediatamente cuando se informe de una emergencia, usar el equipo que tenga a disposición según el evento. ● En cualquier emergencia actuar coordinadamente con los demás miembros del grupo operativo. ● Brindar apoyo a los grupos de socorro que se hagan presentes en la organización para controlar la emergencia. ● Evitar el regreso de personas después que se ha comenzado a salir, verificar la lista de personas en el sitio de reunión final. ● Asegurar y coordinar la salida de las personas de las diferentes instalaciones hasta un lugar seguro: Indicar la salida, la ruta a utilizar y el sitio de reunión final, Verificar que el área quede evacuada completamente
Después	<ul style="list-style-type: none"> ● Efectuar los reajustes o modificaciones necesarias a las acciones realizadas ● Reponer el material utilizado, verificación del post-uso, y hacer el mantenimiento si lo ameritan. ● Ayudar a restaurar lo más pronto posible el funcionamiento normal de las actividades dentro de la Compañía. ● Recolectar los informes de lesionados, y evaluación de daños y necesidades (EDAN). ● Verificar y analizar las consecuencias del siniestro junto con el comandante del incidente.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Funciones Generales de los Brigadistas	
Estructura	
Perfil	<ul style="list-style-type: none"> ● Voluntario. ● Poseer espíritu de cooperación. ● Observar buena conducta general. ● Buen estado físico y mental. ● Conocimiento de los procesos de la empresa. ● Liderazgo y capacidad de trabajo en equipo

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

Para el presente Plan de Gestión del Riesgo se identifican y describen los demás componentes del proceso de gestión del riesgo en el numeral de manejo de la contingencia, según los resultados del análisis y evaluación de escenarios de riesgo. Las actividades de gestión del riesgo de desastres que se van a implementar se desarrollan en el numeral 10.3.3. Manejo del Desastre.

10.3.1.1.4.2. Proyecto en función del tiempo y la localización.

En la Tabla 19 se presenta el cronograma del proyecto acorde con las etapas y actividades a desarrollar objeto de la presente solicitud de modificación de licencia ambiental.

Tabla 19. Cronograma del proyecto

Fase	Actividad	Años						
		1	5	10	15	20	25	30
Pre - operativa	Aprovechamiento Forestal							
	Descapote y preparación del terreno (incluye vedas)							
	Construcción de sistemas de manejo de aguas (cunetas, sistemas de tratamiento y conducciones)							
	Diseño y planteamiento de la relocalización del camino mular interceptado							
Operativa	Construcción de los tramos de relocalización del camino mular							

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Fase	Actividad	Años						
		1	5	10	15	20	25	30
	Extracción de caliza (perforación y voladuras)							
	Cargue de caliza en frente minero							
	Almacenamiento temporal de caliza en los tajos mineros							
	Transporte interno de caliza a zona de trituración y zona de alimentación a banda mina							
	Remoción y manejo de material estéril							
	Transporte de material estéril a sitios de disposición							
	Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición							
	Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación							
	Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento)							
	Generación de residuos sólidos							
Cierre	Estabilización geotécnica							
	Reconformación y rehabilitación del suelo y siembra de material vegetal							
	Obras para el manejo de aguas							
	Instalación de señalización							

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Fase	Actividad	Años						
		1	5	10	15	20	25	30
	Construcción ecoparque							
	Cierre social							

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, para las actividades contempladas de pre cierre y cierre final y post cierre se presentan los cronogramas en la Tabla 20 y Tabla 21 respectivamente.

Tabla 20. Cronograma de las actividades de pre cierre

Descripción	Periodo de recuperación				
	2019-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2056
Construcción de plataforma con escombros de construcción para Ecoparque					
Construcción obras de drenaje para Ecoparque					

- Operación con ciclos de trabajo de tiempo completo
- - - - -→ Operación con ciclos de trabajo intermitente

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

Tabla 21. Cronograma de las actividades de cierre final y post cierre

Descripción	Periodo de recuperación					
	2036-2056	2057	2058	2059	2060	2061
Construcción plataforma con escombros de construcción (Sector Frente Nuevo)	→					
Construcción obras de drenaje (Sector Frente Nuevo Norte)	→					
Construcción lago recreacional	→	→				
Construcción obras civiles e instalaciones del amoblamiento del Ecoparque		→	→	→	→	
Retiro de maquinaria y equipos de explotación	→					
Instalación señalización y restricción					→	
Mantenimiento, vigilancia y monitoreo, y abandono						→

→ Operación con ciclos de trabajo de tiempo completo

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

10.3.1.1.4.3. Metodologías de valoración del riesgo.

Los riesgos de origen natural, antrópico y tecnológico (excepto incendio) se analizaron siguiendo la metodología de Ingeniería de Riesgos "ANÁLISIS GLOBAL DE PELIGROS (Gross Hazard Analysis GHA)", utilizando los métodos de carácter inductivo, orientados a tratar de determinar "lo que podría pasar". También, se tuvieron en consideración las siguientes metodologías Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso (ICONTEC, 2011); Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la Guía Técnica Colombiana GTC 45.

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la siguiente definición:

$$Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad$$

Ecuación 1.

Para determinar la vulnerabilidad, ésta se entiende como la consecuencia del evento amenazante sobre los elementos vulnerables. Se tiene en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y su exposición de los mismos al evento amenazante:

$$Vulnerabilidad = Fragilidad * Exposición$$

Ecuación 2.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Partiendo de los escenarios, sus áreas de afectación y la identificación de los elementos vulnerables, se realizará el análisis y valoración de los riesgos, este análisis debe ser cuantitativo para las actividades que involucren el uso y manejo de sustancias peligrosas, explosivas, químicas e hidrocarburos y sus derivados, y semicuantitativo para las demás actividades¹.

Es importante resaltar que un solo evento amenazante puede generar consecuencias sobre más de un elemento impactado, es decir: elementos físicos, ambientales y sociales. Para el presente análisis se selecciona el mayor elemento afectado por el evento. Sólo cuando sea realmente representativo para el análisis de riesgo se analizará independientemente. Lo conveniente es evitar valorar más de una de las variables de impacto cuando su peso sea mínimo respecto a otra variable.

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar y de forma matricial para los otros riesgos.

Al clasificar las amenazas según su origen, exógenas y endógenas, se determina la metodología con la que evaluará el riesgo, ya sea de manera matricial o de manera cartográfica. Así pues, se establece una evaluación del nivel de riesgo matricial y cartográfico que se determina por la información que se pueda obtener como insumo para su evaluación. La representa el esquema metodológico para el análisis y evaluación del riesgo.

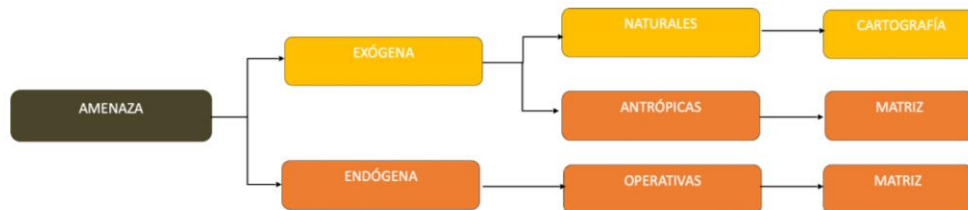


Figura 21. Metodología análisis y evaluación de amenazas, vulnerabilidad, exposición y riesgo
Fuente: Elaboración Propia

¹ Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. MADS, 2018

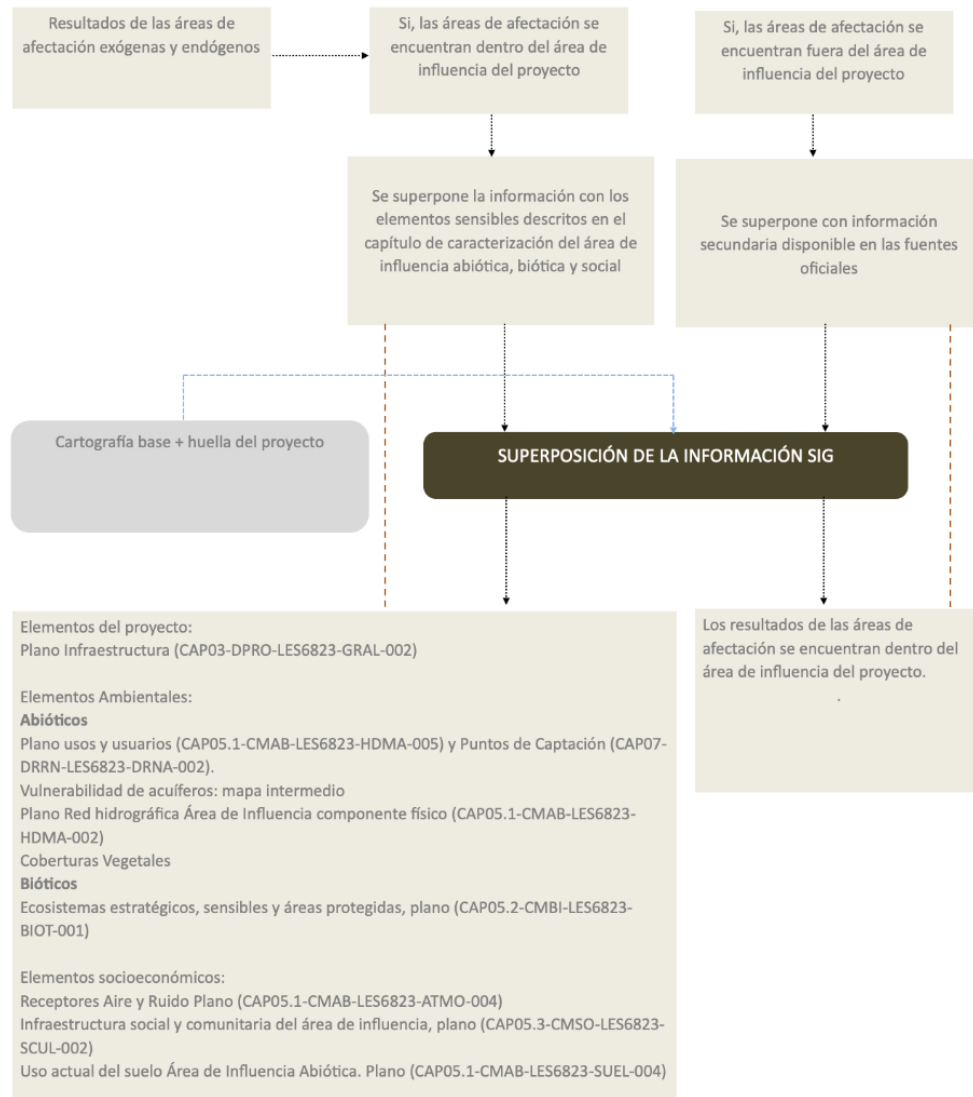


Figura 22. Superposición de la información para determinar los elementos expuestos
Fuente: Elaboración Propia

10.3.1.1.5. Criterios del riesgo.

Los criterios de riesgo se definen como una herramienta para la toma de decisiones teniendo en cuenta la valoración inicial del riesgo, a continuación se desarrollará la metodología, los criterios y consideraciones específicas a aplicar en el análisis de riesgos:

La valoración del riesgo es el proceso global de identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo (GTC 137 (ISO Guía 73:2009, definición 3.4.1)). A continuación se precisan los pasos para la metodología aplicable al presente Plan de Gestión del Riesgo.

- Identificación del riesgo

Es la caracterización del riesgo a partir de la evaluación de diferentes eventos amenazantes presentes en el área de interés, teniendo en cuenta qué elementos pueden afectarse en diferentes escenarios y en diferentes fases del Proyecto.

- Identificación de eventos amenazantes

Esta identificación consiste en definir los tipos de amenazas exógenas y endógenas del proyecto en su etapa pre-operativa, operativa y cierre. Para la mina La Esmeralda Título 6823 se definieron tres tipos de amenazas: naturales, antrópicas y técnicas a partir del conocimiento de las condiciones y caracterización de la zona y la posible influencia del Proyecto sobre esta (véase Tabla 22). La identificación incluye las amenazas independientemente de si su origen está o no bajo control del Proyecto y se basa en la información de CEMEX donde se tienen en cuenta registros de riesgo en la mina, base de datos de incidentes, informes de inspección y asesoramiento de expertos.

Tabla 22. Identificación del tipo de amenaza

Tipo de amenaza		Descripción
Exógenas	Natural	<p>Las amenazas naturales son aquellas asociadas al peligro latente y la posible manifestación de un fenómeno físico cuya génesis se encuentra totalmente en los procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente: por ejemplo un terremoto, una erupción volcánica, procesos de remoción en masa en taludes naturales, un sismo o un huracán, entre otros, y que puede resultar en la muerte o lesiones a seres vivos, daños materiales o interrupción de la actividad social y económica en general. Suelen clasificarse de acuerdo con sus orígenes terrestres, atmosféricos, o biológicos (en la biosfera) permitiendo identificar entre otras, amenazas geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrometeorológicas, oceánicas y bióticas².</p> <p>Los eventos de origen natural, antrópico no intencional se obtienen del capítulo de la caracterización ambiental, de la recopilación de estudios específicos para el proyecto, de los criterios de diseño, de los registros históricos de eventos materializados en el municipio y de las metodologías de estimación definidas por entidades oficiales como Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).</p>
	Antrópica	<p>Son las amenazas atribuibles a la acción humana; se determinan a partir de la caracterización social, en donde se evalúan las condiciones socio - culturales y de orden público que puedan afectar el normal funcionamiento del Proyecto. Generalmente, este tipo de amenaza está asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre; cuya existencia, intensidad o recurrencia está relacionada con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. Las amenazas antrópicas se crean de la intersección del ambiente natural con la acción humana y representan un proceso de</p>

² NARVÁEZ Lizardo, LAVELL Allan, PÉREZ Gustavo. La Gestión del Riesgo de Desastres Un enfoque basado en procesos. Primera Edición. Lima, Perú, 2009

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tipo de amenaza		Descripción
		conversión de recursos naturales en amenazas. Los cambios en el ambiente y las nuevas amenazas que se generan con el cambio climático global son el ejemplo más extremo de la noción de la amenaza antrópica. Éstas se mimetizan o asumen las mismas características que diversas amenazas naturales. ³ .
Endógenas	Amenazas Técnico operativas	<p>Las amenazas técnico operativas se encuentran relacionadas con accidentes tecnológicos o industriales, procedimientos peligrosos, fallos de infraestructura o de ciertas actividades humanas, que pueden causar muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.</p> <p>Se relaciona la amenaza con la infraestructura y maquinaria del proyecto, por lo tanto, se realizó una búsqueda de posibles fallas técnicas significativas de manera cualitativa, con base en la experiencia del consultor y utilizando la técnica de juicio de experto con los profesionales en las especialidades de geología, hidrología, hidráulica y geotecnia.</p>

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de escenarios posibles por eventos amenazantes

El escenario se define como la materialización de un evento amenazante con posibilidad de ocurrencia en áreas o sitios específicos. Para este proceso se establecieron relaciones amenaza - infraestructura del Proyecto y a partir de ellas se realiza de manera cualitativa una identificación de escenarios posibles.

- Estimación de áreas de posible afectación

Una vez se plantean los posibles escenarios de eventos amenazantes, se estiman las áreas de afectación de acuerdo con los impactos esperados. El área se analiza y se determina a través de análisis conceptuales, ponderaciones matemáticas, álgebra de mapas, modelos numéricos y software especializado según la información disponible.

- Identificación de elementos expuestos (elementos vulnerables)

Para cada una de las posibles áreas de afectación estimadas, se identifican los elementos vulnerables (sensibles) a ser afectados ante la materialización de un riesgo. Esta identificación se realiza con base en la caracterización ambiental (abiótica, biótica y social) del área de influencia del presente estudio.

A partir de la delimitación de las áreas de afectación de cada uno de los escenarios de riesgo, se identifican los elementos físicos, ambientales y sociales susceptibles de ser afectados por la materialización del riesgo. Con respecto a los riesgos exógenos, la ubicación de los elementos vulnerables se concentra en la infraestructura del proyecto; mientras que, los elementos expuestos de los riesgos endógenos corresponden a los receptores socioeconómicos, bióticos y los recursos abióticos impactados.

- Análisis de riesgo

El análisis del riesgo implica la consideración de las causas y fuentes del riesgo, sus consecuencias y la probabilidad de que dichas consecuencias puedan ocurrir. Este análisis permite estimar el valor de los daños y las pérdidas potenciales, con el propósito de definir tipos de intervención, alcance de la reducción del riesgo, preparación para la respuesta y

³ Idem

recuperación. El análisis del riesgo también brinda una entrada para la toma de decisiones, en la cual se deben hacer elecciones y las opciones implican diversos tipos y niveles de riesgo⁴.

- Evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo se hace en función del concepto de aceptabilidad del riesgo, que consiste en definir cuál es el nivel de riesgo que se está dispuesto a aceptar y objetar en la mina La Esmeralda Título 6823 por parte de CEMEX Colombia S.A. Se trata de definir unos criterios de aceptabilidad de riesgo ligados a unos criterios de intervención, con el fin de brindar mayor seguridad de alcanzar los objetivos del plan. Para estimar el riesgo individual (probabilidad de muerte), se asumen los criterios de probabilidad del Riesgo según HSE de Inglaterra en términos de probabilidad de letalidad “Probit”.

10.3.1.1.5.1. *Cómo se va a definir la probabilidad.*

A continuación, en la Tabla 23 se describen las metodologías para estimar los criterios que definen la magnitud del evento.

Tabla 23. Métodos de estimación de la probabilidad

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
RIESGOS EXÓGENOS	Naturales	1	Ocurrencia procesos de remoción en masa	A partir de la zonificación de Amenaza Relativa por Movimientos en Masa de Ingeominas (2010) y para el caso de la evaluación de la susceptibilidad de procesos de morfodinámicos en las zonas de influencia de las obras en superficie a ejecutar en desarrollo del proyecto, se siguió el denominado “Método Heurístico” planteado entre otros en Suarez (2003), CENAPRED (2004) y en el documento conjunto JTC-1 titulado “Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning” preparado por la ISSMGE (Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica), ISRM (Sociedad internacional de Mecánica de Rocas) y la IAEG (Asociación internacional para la Ingeniería Geológica y el Medio ambiente), que se basa en categorizar y ponderar las variables causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de movimientos en masa. Definidas estas variables, la información es procesada mediante el uso del software ArcGIS®, con lo que se definen zonas de susceptibilidad homogénea en tres niveles: Alto, Medio y Bajo. También, se analizó la susceptibilidad del área de influencia a la ocurrencia de procesos denudativos del relieve y el mapa de amenaza por remoción en masa del Servicio Geológico Colombiano, 2010.
		2	Sismos	Recopilación de eventos sísmicos registrados, eventos sísmicos asociados a fallas, distribución de magnitudes y relaciones de atenuación, relación de registros con el

⁴ International Organization for Standardization. ISO 31000. Gestión de Riesgos. 2009

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
				mapa de valores de Aa vigente para el territorio nacional y las Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa.
		3	Actividad volcánica	Recopilación de eventos volcánicos en el municipio, el mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del Nevado del Tolima de INGEOMINAS, 2007; y el mapa Evaluación de la amenaza potencial del Volcán Cerro Machín de INGEOMINAS, 2002.
		4	Inundaciones	Estudio para la actualización del modelo hidráulico del río Coello (Ver sección 7.3.1.7.1. Modelación hidráulica en el cuerpo receptor del presente estudio). Recopilación de inundaciones registradas en el municipio de San Luis.
	Antrópicos	5	Acciones hostiles en contra de los recursos y de la infraestructura del proyecto	Teniendo en cuenta el tipo de acciones hostiles que se constituyen en amenazas recurrentes para los Proyectos de desarrollo en el sector minero Colombiano y que están relacionadas con protestas pacíficas o violentas internas y externas en contra de los recursos físicos, la infraestructura, el personal de la empresa y/o de los contratistas; la metodología para la valoración de la probabilidad corresponde a los indicadores sociopolíticos y los juicios de un experto, obtenidos de la información del capítulo de caracterización social del área de influencia del Proyecto. Esta información se analiza y se evalúa según la probabilidad de ocurrencia de las acciones identificadas y sus posibles características o patrón de recurrencia.
		6	Incendios forestales	Metodología descrita en el <i>Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal</i> (IDEAM, 2011). En esta mediante la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad se estableció el riesgo a incendios forestales en el área de influencia indirecta del proyecto. Adicionalmente, se tuvo en cuenta información secundaria de fuentes oficiales como los mapas: Susceptibilidad (bajo condiciones normales de Precipitación y Temperatura) de la vegetación a los incendios de la cobertura vegetal; y Susceptibilidad (bajo el Fenómeno el Niño) de la vegetación a los incendios de la cobertura vegetal del IDEAM.
		7	Falla en los taludes en la operación minera (zona de explotación)	Se realizó el análisis de este evento se cuyos resultados y pormenores se encuentran descritos en la sección 5.1.8 Geotecnia del presente estudio.
RIESGOS ENDÓGENOS	Geotécnicos			

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
				A partir de estos resultados se definieron las condiciones de amenaza siguiendo la metodología establecida para tal fin por la ANLA en el documento "Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera" (ANLA, 2016) y según lo contenido en la Resolución 227 de 2006 del DPAE hoy (IDIGER).
Tecnológico u Operacional (ambiental)	8	Derrames e incendio por almacenamiento de combustibles		El análisis de probabilidad de ocurrencia de los sucesos finales que pueden tener lugar después de que se presenta el iniciador, se debe identificar utilizando los árboles de eventos o sucesos. Dichos árboles permiten ver el comportamiento de la sustancia tras la descarga teniendo en cuenta los sucesos intermedios que condicionan la evolución del iniciador hasta el suceso final. Manual BEVI.
	9	Fallas en los sistemas de control de emisiones		Teniendo el informe del Modelo de calidad del aire para conocimiento de dispersión de contaminantes realizado por INGETEC. La simulación de las emisiones asociadas al escenario actual, el escenario crítico y la respectiva determinación de dispersión de contaminantes.
	10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria		Teniendo en cuenta los sucesos registrados en la compañía y en la industria de la minería.
	11	Accidentes vehiculares: Choque o colisión, volcamiento		Teniendo en cuenta los sucesos registrados en la compañía y en la industria de la minería.

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.1.5.2. Marcos temporales de probabilidad.

Los parámetros de referencia para evaluar el evento amenazante en el términos de la probabilidad, se determina asignando a cada una un valor relativo lineal, utilizando el concepto de "frecuencia", véase Tabla 24. La escala de probabilidad para los eventos naturales fue definida con los criterios de diseño del Proyecto ante eventos sísmicos, movimientos en masa e inundaciones, además, de la información regional establecida a través de entidades oficiales. Estas metodologías adoptan criterios de ponderación para determinar la zonificación de la amenaza con injerencia en el área de interés. Para los eventos amenazantes tecnológicos posibles, se estima según la ocurrencia de eventos en la industria minera y la compañía, adoptando el método semicuantitativo "Gross Hazard Analysis" GHA o "Análisis Global de Peligros". La evaluación de la amenaza para incendios forestales se realiza a partir de información secundaria disponible en el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

Tabla 24. Escala de probabilidad de amenaza

Escala Cualitativa	Calificación	Grado	Frecuencia amenazas de origen natural	Frecuencia amenazas de origen técnico y antrópico	
				Probabilidad de siniestros	Casos / año
Frecuente	5	Muy Alta	Cuando la magnitud del evento amenazante es el que corresponde a un periodo de retorno anual.	Significativa probabilidad de ocurrencia; sucede en forma reiterada, entre 1 vez y 10 veces al año.	Entre 1.0 y 10
Probable	4	Alta	Cuando la magnitud del evento amenazante es el que corresponde a un periodo de retorno de 10 años.	Mediana probabilidad de ocurrencia; sucede algunas veces, una vez entre 1 y 5 años.	Entre 0.2 y 1.0
Ocasional	3	Media	Cuando la magnitud del evento amenazante es el que corresponde a un periodo de retorno de 25 años.	Limitada probabilidad de ocurrencia; sucede en forma esporádica, una vez entre los 5 y los 20 años	Entre 0.05 y 0.2
Remota	2	Baja	Cuando la magnitud del evento amenazante es el que corresponde a un periodo de retorno de 100 años.	Baja probabilidad de ocurrencia; ha sucedido o se espera que suceda solo pocas veces, una vez entre los 20 y 50 años.	Entre 0.02 y 0.05
Improbable	1	Muy Baja	Cuando la magnitud del evento amenazante es el que corresponde a un periodo de retorno > 100 años.	Difícil que ocurra; se espera que ocurra menos de una vez en 50 años.	Menos de 0.02

Fuente: Elaboración propia

En lo referente a la evaluación de la amenaza asociada a incendios y/o derrames, se define a partir de la identificación de los iniciadores, la frecuencia de los iniciadores y la frecuencia final de los mismos. Los iniciadores representan las situaciones iniciales de pérdidas de contención o exposición que se pueden presentar en los diferentes equipos, los iniciadores pueden ser de 2 tipos Genéricos (G) y Específicos (S); los iniciadores genéricos involucran una pérdida de contención debido a causas no específicas del proceso u operación y los específicos se consideran por tener causas concretas debido a las condiciones de proceso, diseño, materiales etc.

Tabla 25. Identificación de iniciadores

Item	Área / Equipo	Iniciadores Genérico (G)	Descripción del evento
1	Tanque de ACPM TK-13.011	G1	Rotura catastrófica
		G2	Emisión de duración fija
		G3	Emisión de duración continua por orificio con diámetro efectivo de 10 mm

Fuente: Manual BEVI.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Frecuencia de los iniciadores: Para identificar las frecuencias de los iniciadores se toman los equipos y los tipos de pérdidas de contención o explosión según aplique para cada uno, y se identifican sus frecuencias de falla refiriéndose a las tablas correspondiente y tabulándolas en la Tabla 26.

Tabla 26. Frecuencia de iniciadores

Equipo o Elemento	Iniciador	Tipo de pérdida de Contención o Exposición	(Frecuencia /año ¹)
Tanque de ACPM TK-13.011	G1	Rotura catastrófica	5x10 ⁻⁶
	G2	Emisión de duración fija	5x10 ⁻⁶
	G3	Emisión de duración continua por orificio con diámetro efectivo de 10 mm	1x10 ⁻⁴

Fuente: Manual BEVI.

Frecuencia final de los iniciadores: Para hallar la frecuencia final de los iniciadores se toman las frecuencias de falla de la tabla 10 y los factores que la modifican como el tiempo de operación o la cantidad de equipos paralelos trabajando el mismo tiempo en la Tabla 27 se relacionan las frecuencias finales.

Tabla 27. Frecuencia final de los iniciadores

Equipo o Elemento	Iniciador	Frecuencia Modificada (AÑO-1)	Factores que Modifican la Frecuencia	Frecuencia Final
Tanque de ACPM TK-13.011	G1	5x10 ⁻⁶	1	5x10 ⁻⁶
	G2	5x10 ⁻⁶	1	5x10 ⁻⁶
	G3	1x10 ⁻⁴	1	1x10 ⁻⁴

Fuente: Manual BEVI.

En lo que respecta a la evaluación de la amenaza para eventos de riesgo de índole geotécnica, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en el documento titulado “Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA. Proyectos de Explotación Minera (ANLA, 2016) establece que los niveles de amenaza se deben clasificar en las categorías Alta, Media y Baja partiendo de los resultados de los análisis de estabilidad expresados en términos del Factor de Seguridad (FS) obtenido mediante métodos determinísticos. En la siguiente tabla se presentan dichos criterios:

Tabla 28. Criterios de Análisis para la Evaluación de la Amenaza. Términos de referencia de la ANLA.

Nivel de amenaza	Condiciones normales	Condiciones extremas (500 años)
	FS	FS
Amenaza baja	>1,9	>1,9*
Amenaza media	1,2 – 1,9	1,2 -1,9 *
Amenaza alta	<1,2	<1,0

Nota (*): Error de digitación, la explicación se presenta a continuación.

Fuente: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-. *Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera*. Minambiente. (2016).

Como se puede observar, existe un intervalo de factor de seguridad no considerado para el análisis de condiciones extremas entre los grados de amenaza media y baja, además de no presentar diferencia alguna entre condiciones normales y extremas para la definición de un nivel de amenaza baja, lo cual contradice la práctica habitual. En vista de lo anteriormente expuesto, para efectos del presente estudio, se adoptó la clasificación de amenaza planteada por la entidad distrital DPAE (hoy IDIGER) en su resolución Resolución 227 de 2006. Al respecto cabe destacar que la clasificación efectuada por el mencionado ente distrital, se rige bajo los mismos principios definidos por la Autoridad ambiental, es decir, los niveles de amenaza se categorizan a partir de los factores de seguridad obtenidos tanto para un escenario de condiciones normales como para los escenarios de condiciones extremas de sismo e incremento del nivel freático. Estos criterios se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 29. Criterios de Análisis para la Evaluación de la Amenaza según DPAE(2006).

Nivel de amenaza	Condiciones normales	Condiciones extremas (500 años)
	FS	FS
Amenaza baja	>1,9	>1,3
Amenaza media	1,2 – 1,9	1,0 -1,3
Amenaza alta	<1,2	<1,0

Fuente: Dirección de Prevención y Atención de Emergencias -DPAE- Resolución 227 de 2006 Secretaría Distrital de Gobierno. Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006).

Los detalles de los métodos empleados y consideraciones tenidas en cuenta en los análisis que sirvieron de base para determinar la Amenaza y cómo estos análisis se relacionan con los eventos de riesgo de tipo geotécnico planteados en el presente documento, se presentan más adelante. Sin embargo, para dar claridad a la tabla antes presentada vale la pena recalcar:

- Los análisis de estabilidad que lleven a la evaluación de la amenaza deben efectuarse para las denominadas condiciones “normales” y “extremas” a las que podría estar expuesta el área de estudio. En este sentido y para efectos del presente informe, se ha definido que el escenario “Normal” corresponde a una condición tal que no se presenta sismo y el nivel de agua corresponde al nivel identificado en la instrumentación existente y perforaciones adelantadas. Por su parte, el escenario “Extremo” presenta dos situaciones: una con sismo y niveles de agua normales y otra en la que no se tiene sismo pero si se alcanza una condición tal que el talud presente un aumento importante en su nivel freático.
- Se aclara que los escenarios antes mencionados se relacionan exclusivamente con el elemento de riesgo según el cual se pueden llegar a presentar fallas en los taludes de la cantera en material tipo suelo en la zona de explotación.

Partiendo de lo anteriormente expuesto y para compaginar lo allí establecido con la metodología de evaluación de riesgo a usarse para la zona de estudio, se ha planteado la equivalencia mostrada en la siguiente tabla:

Tabla 30. Criterios para la evaluación de la amenaza geotécnica. Equivalencia de la metodología DPAE(2006) y la escala de probabilidad de amenaza adoptada para el presente estudio.

Nivel de Amenaza. Metodología DPAE (2006)	Niveles de Amenaza para la Mina Esmeralda de acuerdo a la escala de probabilidad definida para el estudio. (Ver Tabla 24)
Amenaza baja	Improbable o Remota
Amenaza media	Ocasional
Amenaza alta	Probable o Frecuente

Fuente: Elaboración Propia

10.3.1.1.5.3. Marcos temporales de las consecuencias.

Una vez se identifican los elementos expuestos, se estima la gravedad de las consecuencias ante la ocurrencia de una posible amenaza. La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños materiales físicos, ambientales, sociales y económicos de los seres humanos y sus medios de subsistencia. Ésta se asocia directamente con la fragilidad y exposición que tiene la materialización del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

En la Tabla 31 se presentan los criterios para calificar la fragilidad de las amenazas del proyecto, estableciendo un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la zonificación ambiental.

En la Tabla 32 se presentan las categorías para el nivel de exposición, según la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas y antrópicas, y los elementos expuestos.

Tabla 31. Criterios para la calificación de fragilidad naturales, antrópicas y endógenas

Nivel	Descripción	Valor
Muy Alta	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alta	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Media	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Baja	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el corto plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Baja	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Categorías para el nivel de exposición

Nivel	Descripción	Valor
Muy Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy alta probabilidad de ocurrencia	5
Alta	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una alta probabilidad de ocurrencia	4
Media	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una probabilidad de ocurrencia media.	3
Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una baja probabilidad de ocurrencia	2
Muy Baja	Los elementos sensibles se encuentran en un área en la cual alguna amenaza presenta una muy baja probabilidad de ocurrencia	1

Fuente: Elaboración propia

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

De acuerdo con los resultados de fragilidad y exposición, se categorizan los riesgos según el valor de la vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33. Criterios para definir la vulnerabilidad

Criterios para definir la vulnerabilidad						
FRAGILIDAD		EXPOSICIÓN				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		5	4	3	2	1
MUY ALTA	5	25	20	15	10	5
ALTA	4	20	16	12	8	4
MEDIA	3	15	12	9	6	3
BAJA	2	10	8	6	4	2
MUY BAJA	1	5	4	3	2	1
RANGO		>21	15-20	9-14	4-8	1-3
VULNERABILIDAD		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA

Fuente: Elaboración propia

A continuación se definen las tablas de consecuencias asociadas a la afectación social e individual.

Tabla 34. Niveles de afectación y protección por radiación térmica.

Radiación térmica (KW/m ²)	Condiciones
> 37.5	Intensidad suficiente para causar daño a equipos de proceso.
> 25	Zona de probabilidad de 90% de muerte para tiempos de exposición mayores de 45 segundos.
> 14.50	Zona de probabilidad del 50% de muerte para tiempos de exposición mayores de 45 segundos. No se espera personal en esta área.
9.50 - 12.50	Al interior de esta área, existe ignición de la madera sometida al flujo de calor durante un tiempo excesivo. Intensidad suficiente para fundir tuberías de plástico. Puede desarrollar fatalidad debido a quemaduras de tercer grado después de 100 segundos de exposición. Quemaduras de segundo grado después de 12 segundos de exposición.
7.5 – 9.50	Intensidad calórica que permite que la exposición se limite a algunos segundos, suficiente para escapar.

Radiación térmica (KW/m ²)	Condiciones
5 – 7.5	Zona de probabilidad de 1% de muerte para tiempos de exposición mayores de 60 segundos. Tiempo de exposición máximo de 1 minuto con ropa de protección adecuada. Quemaduras de primer grado después de 30 segundos de exposición. Quemaduras de segundo grado después de 180 segundos de exposición. Las consecuencias estimadas del accidente producen un nivel de daño que justifica la aplicación inmediata de las medidas de seguridad.
1.6 - 5	Tiempo de exposición máximo de 3 minutos sin ropa de protección adecuada. Quemaduras de primer grado después de 120 segundos de exposición. Las consecuencias a este nivel del accidente provocan efectos que, aunque perceptibles por la población, no justifican la intervención inmediata de las medidas de protección sobre las personas. Zona límite de intensidad calórica en áreas donde pueden emplearse acciones de emergencia que duren hasta varios minutos por personal con ropa adecuada.
< 1.6	En esta zona no se producen daños por exposición prolongada. Zona exterior que corresponde al área para establecer los cordones de protección.

Fuente: Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. American Institute of Chemical Engineering. New York, Página 163. Enero de 2000.

Tabla 35. Niveles de afectación por llamarada

Zona	Descripción
Zona con concentración de nubes de vapor superiores al L.I.I.	Zona en la cual no deben existir fuentes de ignición, se asume 100% la probabilidad de muerte de una persona, siempre y cuando esté en la dirección del viento.
Zona Segura	Concentraciones por debajo del límite medio de inflamabilidad. Se asume que en esta zona ya no hay probabilidad de ignición de la nube.

Fuente: Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. American Institute of Chemical Engineering. New York, Página 163. Enero de 2000.

Tabla 36. Niveles de afectación y protección por explosión

Rango de sobrepresión psig	Descripción
14.0	Máximo pico de sobrepresión que puede desarrollar una explosión no confinada de vapores de hidrocarburos. Este nivel de sobrepresión puede alcanzar probabilidad del 1% por hemorragia pulmonar y una probabilidad de afectación del 45% por ruptura de tímpano.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Rango de sobrepresión psig	Descripción
10.0	Probable destrucción total de edificios.
7.0	Destrucción total de los recipientes horizontales de almacenamiento presurizado.
> 6.4	Destrucción casi completa de casas. Posible daño de tanques de almacenamiento y equipo de proceso. Probabilidad de afectación del 10% por ruptura de tímpano.
3 - 4	Rotura de tanques de almacenamiento.
> 3.25	El umbral de ruptura de tímpano (probabilidad del 1%) se presenta a esta sobrepresión.
>3	Al interior de esta zona se producen daños severos en estructuras de acero y mampostería (edificios industriales).
2 – 3	Dentro de esta zona se produce el colapso parcial de techos y paredes de casas.
0.4 – 1	Niveles de sobrepresión suficientes para ocasionar daños menores a estructuras de casas y edificios.
< 0.4	Zona expuesta a niveles de sobrepresión inferiores a 0.4 psig 50% de vidrios domésticos rotos. La probabilidad de que no existan daños no serios por encima de este valor es del 95%. Establece la distancia de seguridad para la población ante el evento de explosión.
< 0.1	Rotura de cristales pequeños

Fuente: Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. American Institute of Chemical Engineering. New York, Página 163. Enero de 2000.

10.3.1.1.5.4. *Cómo se va a determinar el nivel del riesgo.*

En la Tabla 37 se observa la matriz en la que se ubica fácilmente el valor del riesgo. Este valor se define por la multiplicación de la posibilidad por la consecuencia (*probabilidad x vulnerabilidad*). Esta matriz está definida por una escala aritmética para la calificación de la posibilidad con valores de 1 a 5 y una escala horizontal geométrica de las consecuencias con valores resultantes de la multiplicación de la fragilidad por la exposición, para conformar una matriz en donde el mayor valor del riesgo es de 125, producto de 5 como mayor valor de la posibilidad y de 25 como mayor valor de la consecuencia. La diferencia de escalas permite diferenciar un riesgo que se repita mucho y que tenga una consecuencia insignificante para el Proyecto, de aquellos riesgos que se presentan pocas veces, pero con consecuencias inadmisibles por comprometer su viabilidad.

Tabla 37. Criterios para definir el nivel del riesgo

Criterios para definir el nivel del Riesgo						
PROBABILIDAD		VULNERABILIDAD				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		5	4	3	2	1
MUY ALTA	5	125	100	75	50	25
ALTA	4	80	64	48	32	16
MEDIA	3	45	36	27	18	9
BAJA	2	20	16	12	8	4
MUY BAJA	1	5	4	3	2	1
RIESGO		ALTO		MEDIO	BAJO	
RANGO		>50		26-50	1- 25	

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de este numeral es suministrar la información para determinar la dimensión de los riesgos que genera la infraestructura de la mina La Esmeralda sobre su entorno. De manera que se puedan conocer los riesgos para poder elaborar el correspondiente plan de emergencia, tomar decisiones informadas acerca de la tolerabilidad, priorizar los riesgos más importantes y poder elaborar su plan de tratamiento.

- Riesgo individual

El riesgo individual (Ri) se refiere al riesgo de fatalidad al cual un individuo se expone anualmente por el hecho de estar situado en una localización determinada en el entorno de una actividad.

Probabilidad de que una persona sufra unas consecuencias determinadas por el hecho de estar ubicada en cierta posición cerca del entorno de una planta (Riesgo Individual = Frecuencia con que ocurre un evento x Consecuencias de la materialización de dicho evento).

En la Tabla 38 se muestran diferentes valores de riesgo individual para diferentes actividades cotidianas, la Tabla 39 muestra algunos valores aceptables de riesgo individual en diferentes países del mundo, si por ejemplo el riesgo individual calculado a cierta distancia para cierta actividad es del orden de 1×10^{-3} Fatalidades/año esto quiere decir que si se tienen 1000 personas expuestas a ese nivel de riesgo se espera una fatalidad por año, o que se espera que cada mil años muera una persona expuesta a ese nivel de riesgo por esa actividad.

Tabla 38. Mortalidad Anual Mundial Asociada a Diversos Sucesos y Actividades

Actividad / Suceso	MORTALIDAD POR AÑO POR PERSONA	MORTALIDAD POR PERSONA
Caída de meteoritos	6E-11	1 de 17.000 millones
Explosiones de recipientes a presión	5E-8	1 de 20 millones
Viajar en avión	1E-7	1 de 10 millones

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Actividad / Suceso	MORTALIDAD POR AÑO POR PERSONA	MORTALIDAD POR PERSONA
Fulminados por un rayo	1E-7	1 de 10 millones
Mordedura de serpiente venenosa	2E-7	1 de 5 millones
Viajar en tren	5,0E-7	1 de 2 millones
Rotura de presas	1,0E-6	1 de 1 millón
Tornado. Terremoto	2,0E-6	1 de 500.000
Ahogados	4,0E-5	1 de 25.000
Atropello por automóvil	5,0E-5	1 de 20.000
Abuso del alcohol	7,5E-5	1 de 13.300
Suicidio	1,0E-4	1 de 10.000
Viajar en automóvil	1,7E-4	1 de 5.900
Viajar en motocicleta	1,0E-3	1 de 1.000
Fumar (más de 20 cigarrillos/día)	5,0E-3	1 de 200

Fuente: Análisis de riesgo en instalaciones industriales de la Universidad Politécnica de Cataluña

En el caso de este estudio en particular se usarán los criterios de aceptabilidad resaltados en la Tabla 39 correspondientes a HSE UK y como se muestra en la Figura 23 donde el criterio de aceptabilidad del riesgo está entre 10-4 y 10-6 fatalidades por año o lo que se llama comúnmente la zona de riesgo tolerable en el triángulo ALARP, siendo riesgos menores a 10-6 fatalidades por año ampliamente aceptados y riesgos mayores a 10-4 fatalidades por año inaceptables.

1x10-4 fatalidades por año: Zona que determina el inicio de la zona de gestión del riesgo, entre este límite y 10-6 fatalidades por año se tiene una zona de gestión del riesgo, riesgos superiores a este no son aceptables y demandan medidas inmediatas de reducción como cambios de diseño o de sustancias de proceso.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tabla 39. Criterios de aceptabilidad de riesgo individual

AUTORIDAD	APLICACIÓN	RIESGO MÁXIMO TOLERABLE (POR AÑO)	RIESGO DESPRECIABLE (POR AÑO)
Ministerio de vivienda, ordenamiento territorial y de medio ambiente (VROM), Holanda	Nuevas plantas	10 ⁻⁶	No aplica
Ministerio de vivienda, ordenamiento territorial y de medio ambiente (VROM), Holanda	Plantas existentes	10 ⁻⁵	No aplica
Ministerio de vivienda, ordenación territorial y de medio ambiente (VROM), Holanda	Transporte	10 ⁻⁶	No aplica
HSE, Reino Unido	Industrias peligrosas existentes	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶
HSE, Reino Unido	Nuevas estaciones	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Comité ejecutivo de sustancias peligrosas (ACDS), Reino Unido	Transportes existentes de sustancias peligrosas	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶
HSE, Reino Unido	Viviendas nuevas cerca de plantas existentes	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Gobierno de Hong Kong	Plantas nuevas	10 ⁻⁵	No aplica
Departamento de planeación, Sur de Gales	Plantas y viviendas nuevas	10 ⁻⁶	No aplica
Autoridad de protección del medio ambiente, Australia Occidental	Plantas nuevas	10 ⁻⁶	No aplica
Santa Bárbara, California, USA	Plantas nuevas	10 ⁻⁵	10 ⁻⁷

Fuente: W. Kent Muhlbauer "Pipeline Risk Management Manual, Ideas, Techniques and Resources" Third edition. Capítulo 15, Tabla 15.2; Página 339. Traducido al español por ART.

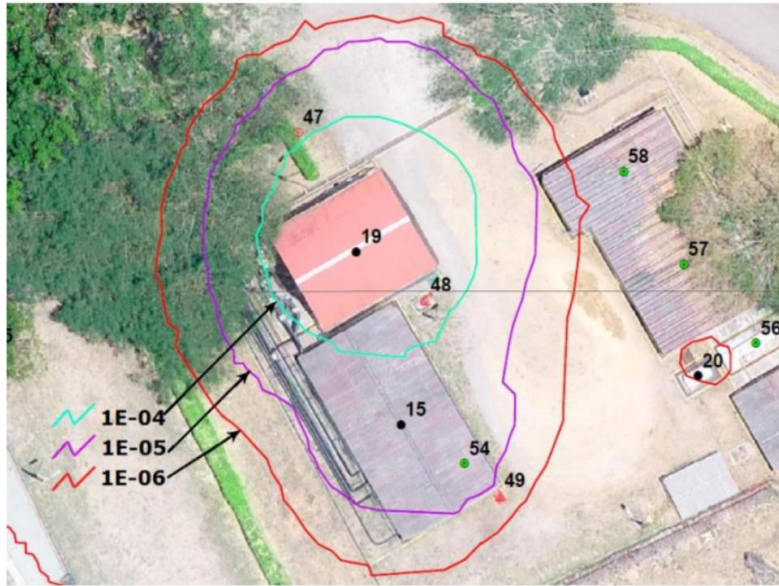


Figura 23. Criterios de aceptabilidad de riesgos
Fuente: ART, 2021.

- Riesgo social

Mientras que el riesgo individual expresa el nivel de riesgo en un punto geográfico del entorno, sin tener en cuenta las personas afectadas, el riesgo social, es el utilizado para evaluar esta relación y definir la medida de riesgo para un grupo de personas. Como tal, el riesgo social, según el IChemE, se define como la relación entre la frecuencia y el número de personas que sufren cierto nivel de daño en una población dada, como consecuencia de la ocurrencia de un determinado suceso final. El riesgo colectivo puede definirse como la probabilidad por año de que un grupo de personas sea víctima de un determinado accidente al mismo tiempo.

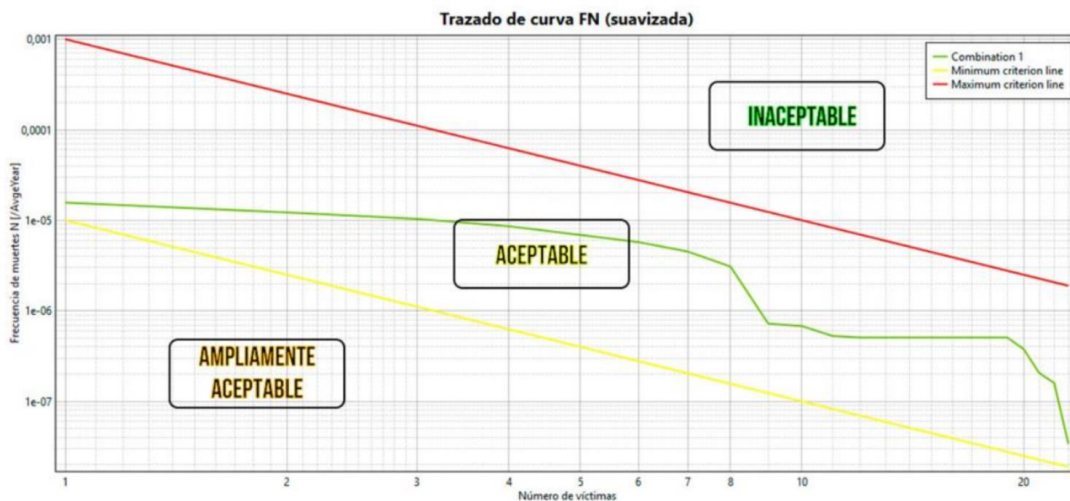


Figura 24. Criterios de Riesgo Social
Fuente: ART, 2021.

10.3.1.1.5.5. Nivel de aceptabilidad del riesgo.

Los parámetros de referencia para evaluar la aceptabilidad del riesgo se detallan en la Tabla 40.

Tabla 40. Aceptabilidad de los riesgos

Riesgo	Descripción
Riesgo Alto	Puede impactar de manera grave los objetivos del proyecto y requiere una intervención o revisión drástica del mismo. Se requiere una intervención de alto nivel que evalúe diferentes alternativas de control, incluida la redefinición del proyecto y sus alcances, los cuales deben ser discutidos con los clientes del proyecto. Se le debe informar a la Gerencia para su aval de las novedades y alternativas.
Riesgo Medio	Puede representar un alto impacto en el proyecto, se deben tomar medidas adicionales de control y refinar los controles que sean pertinentes. Implica definir recursos adicionales a los ordinariamente presupuestados. Se debe informar a la Dirección del Proyecto y a la Subgerencia de Proyectos la condición encontrada, las alternativas de intervención y los recursos requeridos.
Riesgo Bajo	El riesgo se encuentra en un nivel que el proyecto puede asumir sin mayores complejidades durante su desarrollo, se pueden tomar acciones de control para mejorarlo siempre y cuando ello no implique gastos adicionales a los ya definidos por el proyecto. El Director del Proyecto revisa los controles existentes y define si es posible optimizarlos.

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2. Valoración del riesgo.

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012, la valoración del riesgo incluye los pasos relacionados con su identificación, análisis y evaluación, de tal manera que se pueda estimar daños y pérdidas potenciales, comparables con los criterios de seguridad ya establecidos, con el propósito de definir tipos de intervención mediante la reducción del riesgo o del manejo del desastre.

10.3.1.2.1. Identificación del riesgo.

Es el proceso para encontrar, reconocer y describir el riesgo, el cual implica identificar las fuentes del riesgo a partir de los eventos amenazantes, sus causas y sus consecuencias.

10.3.1.2.1.1. Determinación de la metodología para la identificación de riesgos.

La metodología para la identificación de los riesgos se presentó anteriormente en el numeral de Metodologías de valoración del riesgo.

10.3.1.2.1.2. Identificación de las causas y fuentes de riesgo.

En la Tabla 41 se mencionan las actividades a desarrollar en cada etapa del Proyecto de aprovechamiento, cierre y abandono, resaltando las actividades que pueden generar riesgos.

Tabla 41. Identificación de causas y fuentes de riesgos

Fase	Actividad	Identificación preliminar del riesgo	Nombre de la amenaza asociada
Pre-Operativa	Aprovechamiento Forestal	Esta actividad contribuye a la generación de material particulado y para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Descapote y preparación del terreno (incluye vedas)	La actividad de descapote y preparación del terreno no presenta escenarios potenciales de riesgo, excepto para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Construcción de sistemas de manejo de aguas (cunetas, sistemas de tratamiento y conducciones)	No presenta escenarios potenciales de riesgo, excepto para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Diseño y planteamiento de la relocalización del camino mular interceptado	El diseño y planteamiento de la relocalización del camino mular interceptado no presenta escenarios potenciales de riesgo.	No aplica
Operación	Construcción de los tramos de relocalización del camino mular	La construcción de los tramos de relocalización del camino mular no representa un escenario de riesgo, excepto para los análisis de salud y seguridad en el trabajo.	No aplica
	Extracción de caliza (perforación y voladuras)	Esta actividad contribuye a la generación de material particulado. De igual manera, durante el proceso de extracción de caliza se pueden llegar a presentar eventos de inestabilidad en los taludes conformados, fallas en la voladura por emulsión.	Falla en el sistema de control de emisiones.
			Falla en los taludes en la operación minera (tanto en la zona de explotación, como en rellenos de adecuación geomorfológica).
Cargue de caliza en frente minero	Esta actividad contribuye a la generación de material particulado, así como riesgos asociados al transporte. Una vez el mineral es desprendido de la roca, es cargado y acarreado hasta la trituradora, se utilizan 4	Falla en el sistema de control de emisiones. Accidentes vehiculares: choque o colisión, volcamiento.	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Fase	Actividad	Identificación preliminar del riesgo	Nombre de la amenaza asociada
		camiones de acarreo y dos equipos de cargue.	
	Almacenamiento temporal de caliza en los tajos mineros	La actividad de almacenamiento temporal de caliza en los tajos mineros no presenta escenarios potenciales de riesgo, excepto para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Transporte interno de caliza a zona de trituración y zona de alimentación a banda mina	Es el traslado del material o mineral arrancado desde el frente de extracción hasta el sitio de beneficio. Para esta operación se cuenta con 4 camiones tipo CAT 777 mineros, con capacidad para transporte de 70 Tn, las cuales transportan la caliza hasta la zona de trituración. Esta actividad contribuye a la generación de material particulado, así como riesgos asociados al transporte.	Falla en el sistema de control de emisiones.
			Accidentes vehiculares: choque o colisión, volcamiento.
	Remoción y manejo de material estéril	En la actividad de remoción y manejo de material estéril, se puede generar el escenario de generación de material particulado por las actividades de remoción, uso de maquinaria y equipos.	Falla en el sistema de control de emisiones.
	Transporte de material estéril a sitios de disposición	La actividad de transporte genera escenarios de riesgos dentro del área de la mina.	Accidentes vehiculares: choque o colisión, volcamiento
	Adecuación y mantenimiento de vías auxiliares para trasiego de materiales del punto de extracción a trituradora y del material estéril a sitios de disposición	La actividad de adecuación y mantenimiento de vías no presenta escenarios potenciales de riesgo, excepto para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el pit de explotación	La operación y mantenimiento de obras de manejo de aguas en el fondo del pit, no presenta un potencial escenario de riesgo para esta actividad. Excepto para los análisis de riesgos en el Plan de	No aplica

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Fase	Actividad	Identificación preliminar del riesgo	Nombre de la amenaza asociada
		Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento.	
	Descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit (bombeo, sistema de tratamiento y vertimiento)	La descarga de aguas almacenadas en el fondo del pit, no presenta un potencial escenario de riesgo para esta actividad. Excepto para los análisis de riesgos en el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo del Vertimiento.	No aplica
	Generación de residuos sólidos	Esta actividad no presenta potencial de riesgo.	No aplica
Cierre	Estabilización geotécnica	Las actividades relacionadas con generar la adecuación geomorfológica del terreno en las zonas de tajos del PIT, de tal forma que se logren alcanzar los factores de seguridad mínimos bajo diferentes condiciones para la etapa de cierre, puede representar potencialmente riesgo por procedimientos efectuados de manera equivocada que pueden conducir a potenciar inestabilidades del terreno producto de las excavaciones obras complementarias requeridas para llevar a cabo esta actividad.	Falla en los taludes en la operación minera en la zona de explotación.
	Reconformación y rehabilitación del suelo y siembra de material vegetal	El desarrollo de la actividad, contribuye a la generación de material particulado, además de posibles impactos por materiales descargados ladera abajo y puede que a futuro se generen escenarios de incendio forestal sobre la cobertura.	Ocurrencia de procesos de remoción en masa
			Falla en el sistema de control de emisiones.
			Falla en los taludes en la operación minera (tanto en la zona de explotación, como en rellenos de adecuación geomorfológica)
			Incendio forestal
Obras para el manejo de aguas	Esta actividad no presenta escenarios potenciales de riesgo.	No aplica	

Fase	Actividad	Identificación preliminar del riesgo	Nombre de la amenaza asociada
	Instalación de señalización	Esta actividad no presenta escenarios potenciales de riesgo.	No aplica
	Construcción ecoparque	No presenta escenarios potenciales de riesgo, excepto para los análisis de riesgos en seguridad y salud en el trabajo.	No aplica
	Cierre social	Esta actividad no presenta escenarios potenciales de riesgo.	No aplica

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2.1.3. *Caracterización de controles preventivos y correctivos en donde se deben identificar los elementos que constituyen el riesgo.*

La caracterización constituye:

- La identificación de las amenazas tanto internas como externas
- El listado de los escenarios posibles y previsible
- Las áreas de afectación probables (impactos esperados acorde al tipo de evento amenazante)
- La identificación de los elementos expuestos dentro del área de afectación probable
- Consecuencias potenciales y colaterales

10.3.1.2.1.4. *Identificación sistemática de las amenazas.*

La amenaza se define como “peligro latente en el que un evento físico de origen natural, causado o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos a la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, infraestructura, medios de sustento, prestación de servicios, y los recursos ambientales”.⁵ Las amenazas pueden ser de origen exógeno (afectaciones del medio al Proyecto) y de origen endógeno (afectaciones del proyecto al medio).

La amenaza se evalúa en términos de tiempo (periodos de retorno en un tiempo de exposición determinado), magnitud (volumen de material deslizado, caudal o nivel de agua, entre otros), probabilidad (en relación con la excedencia de un umbral o valor predefinido) y espacio (distribución espacial y diferenciación por zonas).

- **Identificación de amenazas externas (origen exógeno - naturales)**

Las amenazas de origen exógeno de origen natural que pueden afectar el Proyecto se presentan en la Tabla 42.

⁵ CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1523 de 2012. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. 2012.

Tabla 42. Identificación de amenazas exógenas - naturales

ORIGEN	TIPO DE AMENAZA	EVENTO AMENAZANTE
Exógenas	Natural	Ocurrencia de procesos de remoción en masa
		Sismos
		Actividad volcánica
		Inundaciones

Fuente: Elaboración propia

- **Ocurrencia de procesos de remoción en masa**

Los eventos de remoción en masa o deslizamientos, comprenden las interacciones intrínsecas del terreno (pendiente, geología, geomorfología de elementos geomorfológicos, cobertura vegetal, drenaje superficial y subsuperficial), detonadas por eventos y fenómenos naturales (lluvias torrenciales, actividad sísmica, erupciones volcánicas e inundaciones, entre otros). La ocurrencia de este tipo de procesos desencadenan desplazamientos verticales gravitatorios de grandes o pequeñas masas del terreno hacia una cota inferior de la original causando emergencias y desastres de gran impacto sobre el medio abiótico, biótico, socioeconómico y la infraestructura del proyecto.

Para evaluar la amenaza exógena por el fenómeno de remoción en masa, se analiza la susceptibilidad del área de influencia a la ocurrencia de procesos denudativos del relieve y el mapa de amenaza por remoción en masa del Servicio Geológico Colombiano. Ver Figura 25. En Colombia, los deslizamientos ocurren frecuentemente en períodos de precipitaciones intensas y continuas, las cuales dependen de las oscilaciones climáticas, incidiendo en la dinámica de los suelos del país, al servir de detonante de movimientos en masa. Como consecuencia de la degradación mecánica y de la sismicidad generada principalmente en los sistemas de falla, se han originado o reactivado en el país algunos deslizamientos. Éstos también ocurren por la intervención del hombre en actividades como cambios indebidos en el uso del suelo, prácticas inconvenientes de manejo e invasión de la zona de reserva forestal con actividades inapropiadas, cortes para vías y viviendas en zonas con altas pendientes, vertimiento incontrolado de aguas en las laderas, intervención humana sobre los ríos o quebradas, obligándolos a socavar sus orillas y/o a cambiar su cauce.

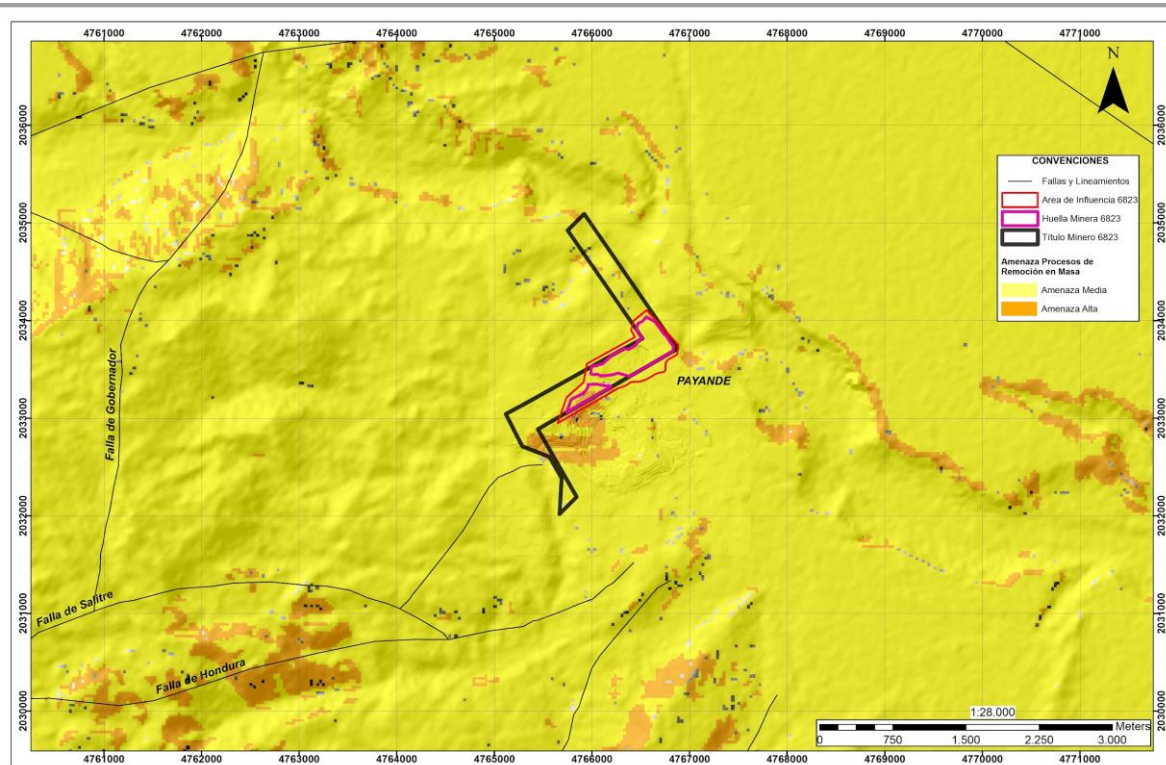


Figura 25. Localización del área de estudio en el mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa (escala 1:500.000).

Fuente: SGC. Amenaza relativa por movimientos en masa. 2010

A partir de la zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa del SGC (2010), se define para el área del título minero 6823 localizado en el corregimiento de Payandé en el municipio de San Luis (Tolima) como una zona con amenaza media a alta.

La susceptibilidad del terreno es una evaluación de tipo cuantitativo o cualitativo de un conjunto de variables en una región en la que existen o pueden existir este tipo de fenómenos. Esta evaluación determina la facilidad con que un fenómeno gravitacional o en masa puede activarse a partir de las condiciones intrínsecas del terreno y de los factores ambientales.

El área del título minero 6823 en la mina La Esmeralda se caracteriza por la presencia de varias geoformas, entre ellas relieves de lomas, colinas y superficies onduladas a ligeramente planas, en ambiente estructural, fluvial depositacional y antrópico, principalmente, estos últimos distribuidos en la parte central y suroeste del área del título minero. Una buena parte del área de estudio del título minero se presenta distribuido en ambiente de origen fluvial depositacional, está relacionado con las coberturas cuaternarias de los depósitos aluviales y de morfología de terraza antigua, con espesores que superan los 40 m, los cuales cubren de manera discordante las demás morfologías en rocas terciarias y triásicas, dándole una expresión, de terreno suave a ligeramente ondulado, asociados a la cuenca del río Coello.

Los aspectos geomorfológicos y morfodinámicos del área del título minero se encuentran caracterizados por la morfología en relieve de lomeríos altos que se presentan al norte del área del título minero 6823, representado por rocas de la formación Payandé; conforman prominencias topográficas de textura moderada, disectados por el río Coello; lomeríos medios a bajos se observan al oeste, sur, suroeste y noreste del título minero, presentes en rocas blandas de las formaciones Payandé, limolitas, arcillolitas, y en las rocas terciarias de las formaciones Honda y Caliche que incluyen areniscas deleznable, arcillolitas y carbonatos que envuelven fragmentos de rocas de variada composición. Al noroeste del área del título minero se presentan colinas bajas en rocas de la formación Payandé en contacto con morfologías de colinas bajas representadas por rocas de la formación Saldaña, así como en el este del título disectadas por la cuenca del

río Coello. Finalmente, hacia el suroeste del título minero, se presentan morfologías perfiladas asociadas a relieve artificial elaborado para la disposición de material estéril de la escombrera superior.

El análisis de susceptibilidad a movimientos en masa se complementa con las observaciones efectuadas por INGETEC en su visita de campo del mes de septiembre de 2020 al área del título minero 6823 de la mina La Esmeralda y del cauce actual del río Coello, teniendo en cuenta principalmente la presencia y desarrollo de procesos erosivos y de remoción en masa, como se puede ver en la Figura 26.

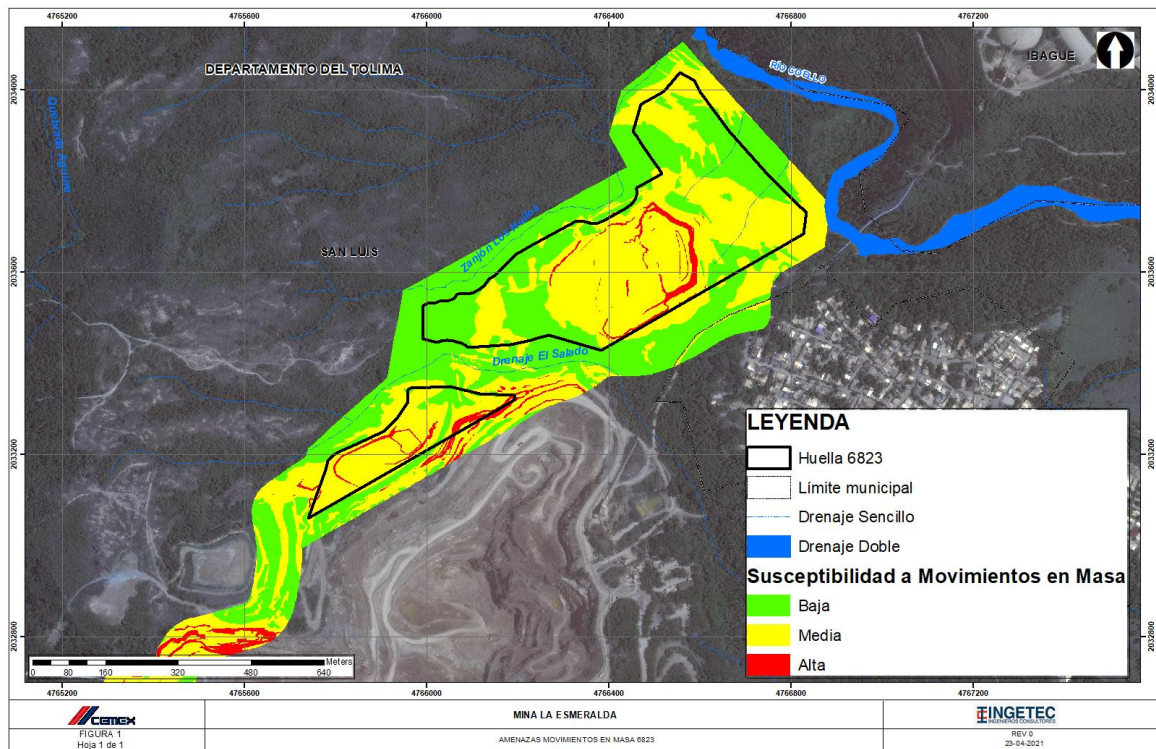


Figura 26. Mapa de susceptibilidad a procesos erosivos y de remoción en masa en el título minero 6823
Fuente: Elaboración Propia

Del análisis realizado por la ortofoto y el reconocimiento en campo, se identificaron principalmente quince (15) procesos morfodinámicos, doce (12) asociados a erosión generada por la actividad del agua sobre superficies de suelos y rocas, en general, se presentan surcos, cárcavas y socavación lateral en drenaje y tres procesos de remoción en masa de carácter local, ubicados en el pit minero actual 4205 de explotación de calizas, por fuera del título minero 6823, adyacentes pero sin afectación directa. Los procesos erosivos presentes en la zona de estudio están dados bajo condiciones naturales estables, identificando en el área de influencia, erosión por escorrentía superficial y fluvial. La erosión en surcos se forma a partir de la concentración de agua de escorrentía, arrastrando partículas y a su paso formando canales poco profundos; generalmente se presentan paralelos ya que siguen la dirección de la pendiente, en este caso afectando suelos de las formaciones sedimentarias, volcanoclásticas y los depósitos cuaternarios de morfología de terraza del título minero 6823 mina La Esmeralda. Los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia del título minero 6823 de la mina La Esmeralda, se describen en detalle en el capítulo 5.1 Medio Abiótico, ítem 5.1.1.2.2.2. Morfodinámica.

El estudio de los posibles procesos inestables en el área de influencia puede dividirse en dos partes, evaluando por un lado los procesos asociados a los taludes de la zona de explotación, y por otro lado, los procesos presentes en los demás taludes del área de influencia.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

En el primer caso, los taludes utilizados para la extracción de la caliza tienen un comportamiento aceptable en términos de estabilidad. Sin embargo, se identifican algunas inestabilidades menores asociadas a la falla que atraviesa la zona de extracción actual. La Fotografía 2 presenta el estado actual (septiembre de 2020) de los taludes de explotación de las calizas.



Fotografía 2. Panorámica zona de extracción caliza
Fuente: Elaboración Propia

Si bien, los procesos morfodinámicos superficiales se concentran en el costado sureste de la mina La Esmeralda, donde la litología está deformada por el trazo de la falla local, se detectaron otros procesos de tipo erosivo tipo cárcavas como se presenta en la Fotografía 3. Los procesos morfodinámicos en este sector son catalogados como menores y puntuales.



Fotografía 3. Proceso erosivo parte alta de zona de extracción Caliza
Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, en la zona norte del título 6823, donde afloran las arenas puzolánicas y que actualmente su exposición es resultado de los procesos de explotación del título 4205, no hay evidencia de rasgos asociados a inestabilidades y procesos erosivos.

En la parte alta del talud de aproximadamente 30,0 m de alto, no hay evidencia de grietas que den indicios de inestabilidades en la zona. Así mismo, los rasgos identificados en la cara expuesta del talud, están relacionados al efecto de la maquinaria utilizada durante su extracción y no a procesos erosivos superficiales, debido a que la alta pendiente del talud que impide que el agua de escorrentía genere este efecto sobre la superficie. La Fotografía 4 muestra la condición de los taludes en la zona de extracción de la arena puzolánica.



Fotografía 4. Zona de extracción arenas puzolánicas
Fuente: Elaboración Propia

Respecto al resto de taludes del área estudiada, la evaluación de procesos erosivos y de remoción en masa para el área de influencia se basa en lo establecido en el Capítulo 5.1.1 Geología del presente EIA. En general, los depósitos cuaternarios de la zona y los suelos residuales de las diferentes formaciones tienen espesores pequeños de suelo, que junto a la baja pluviosidad de la zona, se refleja la escasa presencia de movimientos de remoción en masa en la zona.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, el resultado del análisis de susceptibilidad y el mapa de amenaza del SGC, se concreta una probabilidad de ocurrencia para los procesos de remoción en masa en el área de influencia del título minero 6823 como **ocasional**. Ya que, los procesos asociados a deslizamientos en la zona de explotación de caliza tienen un comportamiento estable, en términos de estabilidad y las inestabilidades menores identificadas están asociadas a la

falla que atraviesa la zona de extracción actual. Igualmente, en la zona norte del título donde afloran las arenas puzolánicas, no hay evidencia de rasgos asociados a inestabilidades y procesos erosivos. Y al costado sur de la mina, hay procesos de remoción en masa menores debido al manejo de las aguas superficiales, los cuales son atendidos puntualmente y no representan el estado actual del pit.

El nivel de amenaza corresponde a que los relieves montañosos existentes en la zona de estudio presentan alta susceptibilidad a procesos erosivos, teniendo como principal influencia la precipitación, las tipologías de rocas, los procesos de alteración, la cobertura vegetal y la delimitación de áreas de pendientes fuertes y encañonadas hacia el río Coello, que son las susceptibles a los procesos de remoción en masa. Sin embargo, junto a la baja pluviosidad de la zona, se refleja la escasa presencia de movimientos de remoción en masa en la concesión minera 6823. Según la zonificación de la amenaza para el área de la mina, teniendo en cuenta que no hay zonas afectadas por procesos activos categorizadas como de amenaza alta o media, y no hay evidencia de grietas que den indicios de inestabilidades en los taludes, se define un comportamiento aceptable en términos de estabilidad y los sitios en donde se identificaron procesos erosivos, se relacionan principalmente con pérdida de cobertura vegetal sin que impliquen movimientos importantes de materiales térreos. Por lo tanto, se seguirá dando un manejo y atención puntual a estos procesos erosivos y de remoción en masa para que no se afecte la operación minera en alguna de sus etapas.

- Sismos

La amenaza sísmica, es un fenómeno de liberación repentina de energía del suelo por el contacto entre las placas tectónicas o fallas en la corteza terrestre. Esta amenaza se refiere a la posibilidad de ocurrencia de un sismo durante el desarrollo de las fases contempladas en la mina La Esmeralda TM 6823, y en el tipo de demandas que el movimiento sísmico puede generar sobre el área de influencia y el ambiente construido, como una respuesta física de las estructuras ante el movimiento. El evento amenazante de sismicidad es la probabilidad de que el sismo más fuerte que puede ocurrir en una zona, en un cierto número de años, exceda un determinado nivel de intensidad sísmica reflejado en algún parámetro en particular, por ejemplo la aceleración, velocidad, etc.

Colombia está situada en un área de convergencia de placas tectónicas, siendo la placa Suramérica y la placa de Nazca las que generan subducción afectando todo el territorio, siendo una región con amenaza sísmica.

La liberación de la energía elástica acumulada por los movimientos de estas placas ha producido efectos demoledores en el país durante los últimos siglos (Popayán 1736, Bogotá 1785, Mariquita y Honda 1805, y los recientes en los departamentos de Caldas, Huila y Tolima).

Además, de las placas tectónicas, otras estructuras a través de las cuales se libera gran cantidad de energía elástica son las fallas geológicas, no solo las que se encuentran en la zona estudiada, sino las que también se disponen en áreas vecinas. Esta disposición se conoce como fuentes sismogénicas, tales como las fallas de Ibagué, Cucuana y Palestina.

El marco tectónico de la zona muestra que el área del título minero, se encuentra en una zona de amenaza sísmica media afectada por las fallas regionales principalmente estructuras NE, asociadas a un patrón tectónico de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas y de tipo transformacional, la cual ha tenido su desarrollo desde el cretáceo hasta el cuaternario, íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras que ha dado como resultado una tectónica compleja. La cercanía a fallas clasificadas como activas requiere un análisis de la sismicidad asociada con el área de estudio regional para tal fin se analiza la amenaza sísmica del catálogo del Servicio Geológico Colombiano.

De acuerdo con los resultados presentados en el estudio de Amenaza Sísmica en el Capítulo 5 de Caracterización Abiótica, numeral 5.1.3.2. Amenaza Sísmica, regionalmente en el área se presentan dos tipos de fuentes dominantes. En primer lugar, están las fuentes cercanas e intermedias que establecen una amenaza significativa como es el caso de las fallas que hacen parte de los sistemas Ibagué, Cucuana, Romeral y Palestina, cuyo trazo se encuentra sobre las cuencas o a pocos kilómetros de estas. Estas fuentes locales y regionales, aunque no son generadoras de grandes sismos, se encuentran a distancias lo suficientemente pequeñas como para generar fuertes intensidades sísmicas en las zonas de estudio.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Otro tipo de fuentes son las fuentes existentes a mayores distancias, pero con gran capacidad de liberación de energía. Se hace referencia a la zona de Benioff intermedia la cual se encuentra justo debajo de la ciudad de Ibagué, a una profundidad aproximada entre 100 y 150 km. Estas fuentes han causado muchos movimientos sísmicos importantes en la zona tales como el sismo de Pereira de 1995 el cual generó pérdidas apreciables en la ciudad.

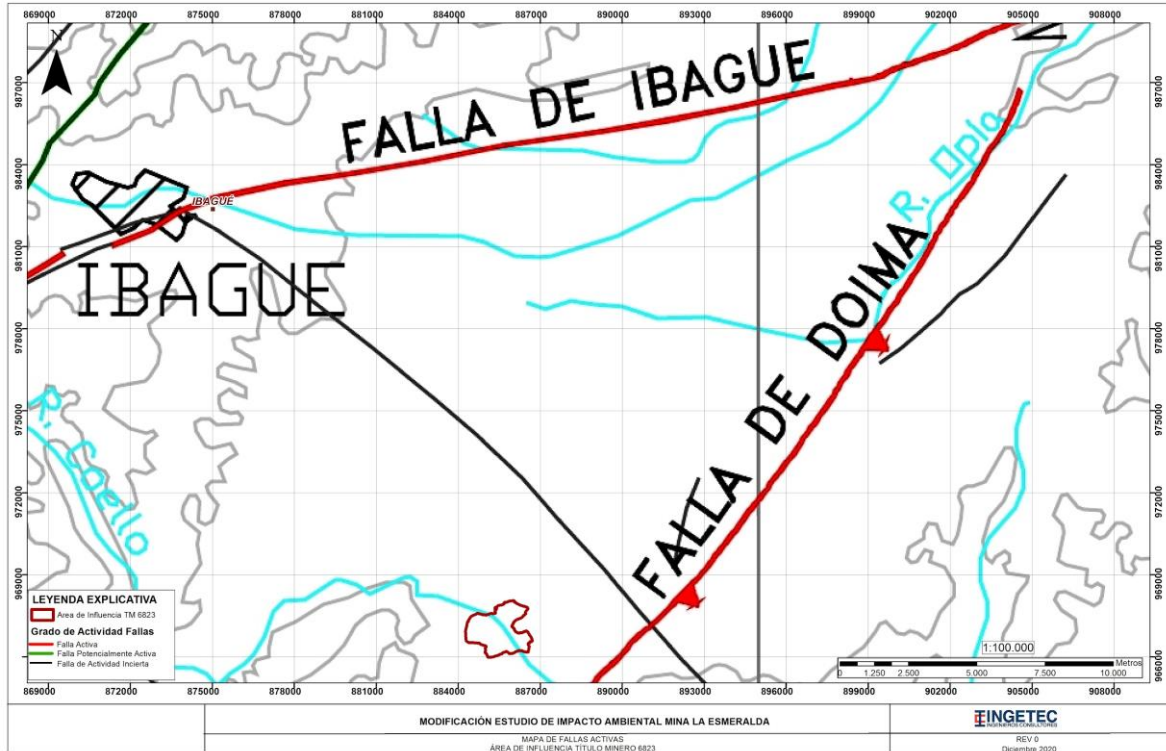


Figura 27. Localización del Área de Influencia del TM6823 en el mapa de Fallas activas de Colombia
Fuente: Base de Datos de Fallas Activas de Colombia. Ingeominas, 2001.

El área de Influencia del TM 6823 se localiza cerca de la Falla de Ibagué y la Falla de Doima, estas fallas son catalogadas por el Servicio Geológico Colombiano como activas (Montes y Sandoval, 2001).

El área de estudio se encuentra localizado en el corregimiento de Payandé en el municipio de Valle de San Luis (Tolima) el cual según la normativa de construcción vigente en el país (NSR-10) es clasificado como de amenaza sísmica alta con valores de Aa (equivalente a la aceleración del terreno o PGA) y Av (valor de aceleración utilizado para determinar el rango de periodos de la plataforma con aceleración espectral uniforme) mayor a 0,20 g para un periodo de retorno de 475 años (NSR-10) (Figura 28 y Tabla 43).

Tabla 43. Zona de amenaza sísmica para el municipio San Luis (Tolima) y los valores de Aa, Av, Ae y Ad.

Departamento del Tolima						
Municipio	Código Municipio	Aa	Av	Ae	Ad	Zona de Amenaza Sísmica
Valle de San Juan	73854	0.25	0.20	0.10	0.06	Alta
San Luis	73678	0.25	0.20	0.10	0.06	Alta
Ibagué	73001	0.20	0.20	0.15	0.08	Intermedia

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. NSR-10 (2010).

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

- Zona de amenaza sísmica baja — Es el conjunto de lugares en donde tanto Aa como Av son menores o iguales a 0.10.
- Zona de amenaza sísmica intermedia — Es el conjunto de lugares en donde Aa o Av, o ambos, son mayores de 0.10 y ninguno de los dos excede 0.20.
- Zona de amenaza sísmica alta — Es el conjunto de lugares en donde Aa o Av, o ambos, son mayores que 0.20.

Donde;

Aa: es el “coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño”

Av: es “coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño”.

El mapa nacional de amenaza sísmica fue realizado para un periodo de retorno 475 años, donde el “mapa de amenaza sísmica representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. El movimiento del terreno se calcula en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA), y se estima para probabilidades del 2%, 10% o 50% de ser sobrepasado en un tiempo de 50 años, tiempo estimado de vida útil de una construcción corriente. Estas probabilidades se asocian con la frecuencia de ocurrencia (o periodo de retorno) de los sismos potencialmente destructores: de ocurrencia excepcional (periodo de retorno de 475 años), frecuentes (periodo de retorno de 475 años) o muy frecuentes (periodo de retorno de 75 años)” (Figura 28).

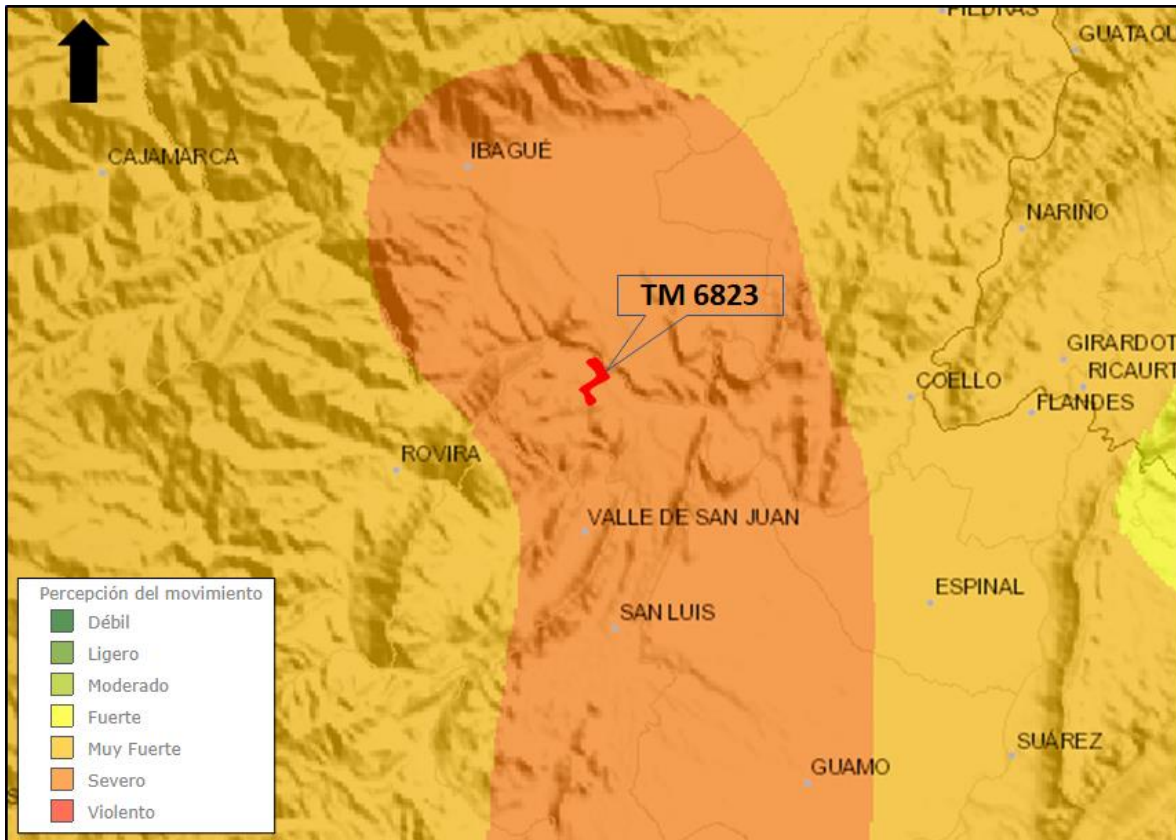


Figura 28. Zonificación Sísmica Intensidad Esperada en el municipio de San Luis (Tolima) (Catálogo sísmico RSNC)
Fuente: Catálogo de sismicidad del Servicio Geológico Colombiano, 2018.

La Figura 29 presenta una imagen del catálogo de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) (1993-2018) en donde se presentan los sismos con magnitud igual o superior a 1,0 (MI) del departamento del Tolima. Como se puede observar la sismicidad cercana al sitio de estudio presenta profundidades superficiales (0 km < Profundidad 30 km) y se encuentran epicentros de sismos corticales (Profundidad ≤ 30 km).

El evento más relevante (dada su magnitud) y que su epicentro se encuentra en inmediaciones de la zona de estudio corresponde al sismo que se presentó el 14 de enero de 2013 con magnitud 3,0 (MI) y profundidad de 13,6 km. Otro evento cercano a la zona de estudio corresponde al sismo ocurrido el 16 de enero de 2003 con magnitud 2,1 (MI) y profundidad de 4,1 km, sismo que se localiza a aproximadamente 0,5 km del polígono del AI.

En general se encuentra que el catálogo sísmico de la RSNC permite indicar la clasificación del sitio de estudio como de amenaza sísmica intermedia al presentar sismos cercanos de baja magnitud, sin que se observe una zona con gran recurrencia de eventos sísmicos.

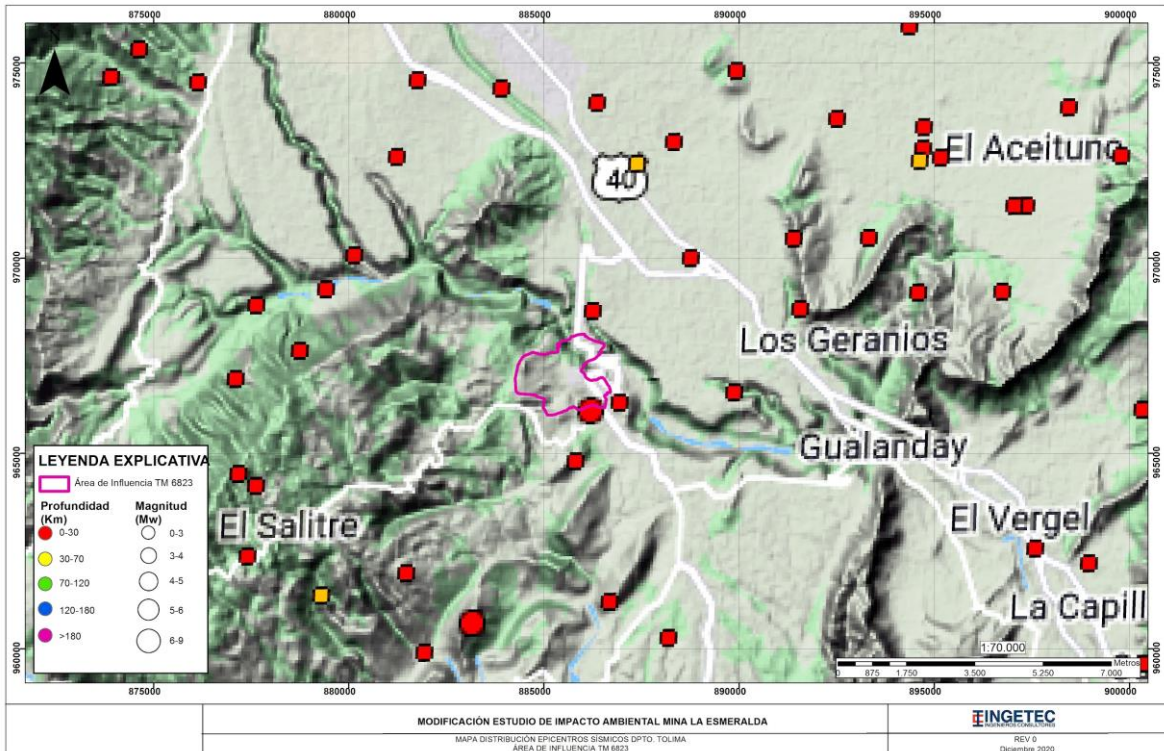


Figura 29. Localización del área de influencia del título minero 5623 en el mapa del Catálogo sísmico de la Red Sismológica Nacional (1993-2018)

Fuente: Catálogo de sismicidad del Servicio Geológico Colombiano, 2018.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

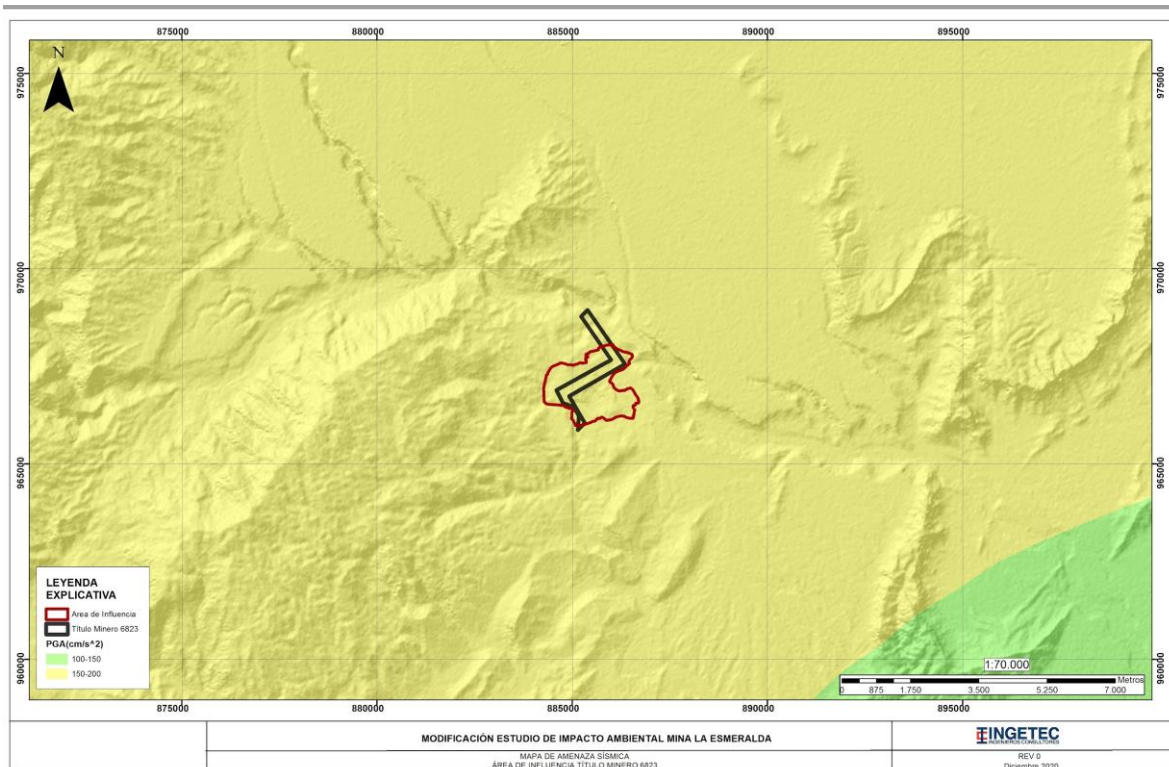


Figura 30. Localización del área de influencia del título minero 6823 en el mapa de Amenaza Sísmica de la Red Sismológica Nacional (2020)
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados presentados en el estudio de la amenaza sísmica en el Capítulo 5 de Caracterización Abiótica, numeral 5.1.8.2. Sismicidad de la zona del proyecto, se reconoce que la sismicidad cercana a la zona de estudio (distancia epicentral menor o igual a 20 km) corresponde a sismos de baja profundidad (sismicidad cortical) con magnitudes por debajo de la magnitud umbral definida en el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 2009) de 4,0. El sismo de mayor magnitud con distancia epicentral menor o igual a 20 km corresponde a un evento ocurrido el 21 de abril de 2006 con magnitud 3,4 (MI), profundidad de 4,5 km y una distancia epicentral a la mina La Esmeralda de 6,2 km. El sismo más cercano a la zona del proyecto (ocurrido el 14 de enero de 2013) presentó una magnitud 3,0 una profundidad de 13,6 km y una distancia epicentral de 0,8 km. En síntesis, la sismicidad local para la zona de estudio según el catálogo de la RSNC presenta magnitudes inferiores a la magnitud umbral de daño ($M=4.0$) y se esperaría que los eventos que han ocurrido desde la puesta en funcionamiento de la RSNC (1993) no generarían daños en la infraestructura que se planea instalar en superficie.

Para distancias epicentrales de hasta 50 km el sismo de mayor magnitud registrado en la RSNC corresponde a un evento con epicentro en el municipio del Guamo ocurrido el 19 de junio de 2012, con magnitud 3.8, profundidad 4,9 km y una distancia epicentral a la zona de estudio de 38,70 km.

En la Tabla 44 se presenta un listado de los sismos registrados por la RSNC en las inmediaciones de la mina La Esmeralda. En dicha tabla se resalta en color rojo el sismo cercano de mayor magnitud y en color naranja el sismo más cercano a la zona de estudio.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

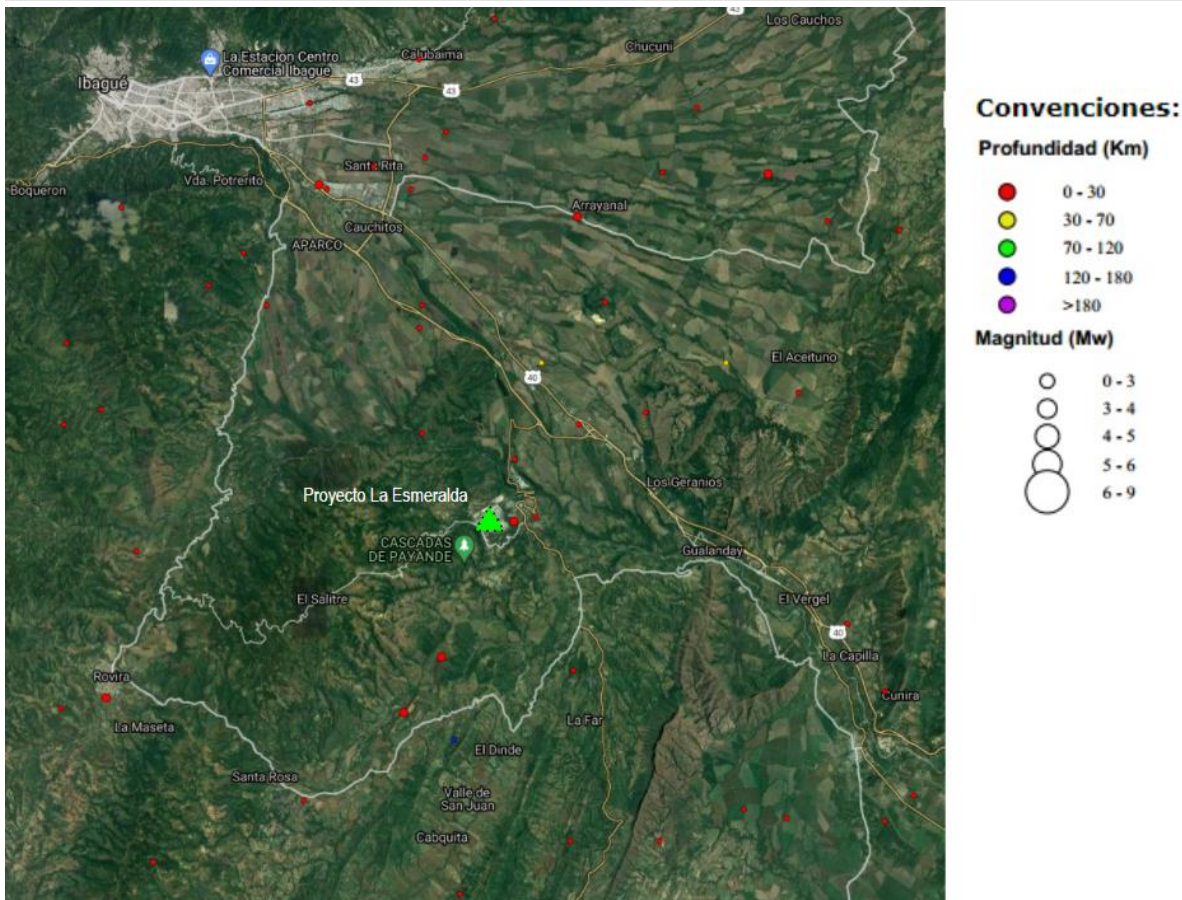


Figura 31. Registro del Catálogo Sísmico Colombiano (RCSC) de sismos más cercanos al área del estudio de magnitud mayor a 2,0.
Fuente: SGC, 2020.

Tabla 44. Reporte de sismicidad Red Sismológica Nacional de Colombia (1993-2020) para el corregimiento de Payandé en el departamento del Tolima

FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)	FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)
1993-06-09	4,234	-75,243	1,2	3	16,8	2003-12-21	4,325	-75,133	13,3	2,3	4,0
1993-09-05	4,376	-75,207	16,5	2,2	14,0	2004-03-10	4,339	-75,003	21,4	2,3	12,3
1994-02-23	4,229	-75,14	5,9	3,1	8,7	2005-06-15	4,166	-75,12	0,1	2,2	15,0
1994-03-08	4,184	-75,051	7,4	2	14,3	2005-07-10	4,415	-75,05	8,7	2,3	14,3

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)	FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)
1994-10-06	4,328	- 75,257	0	2,3	17,0	2005-11-21	4,468	-75,108	1,9	2,1	18,7
1994-11-08	4,284	- 75,232	0	2,5	14,0	2005-12-10	4,349	-75,092	46	2,2	5,7
1995-02-14	4,37	-75,07	22	2	8,8	2006-04-21	4,248	-75,127	4,5	3,4	6,2
1995-04-21	4,415	- 75,014	8,5	3	16,4	2006-06-02	4,356	-75,256	4	2,5	17,7
1996-02-02	4,328	- 75,079	15,7	2,5	4,4	2006-10-13	4,23	-75,258	4,2	2,3	18,5
1996-04-27	4,191	- 74,973	28	2,3	19,2	2007-01-23	4,437	-75,038	3,8	2,1	17,1
1996-06-13	4,349	- 75,028	33,4	2,1	10,3	2007-05-26	4,411	-75,169	19,4	3	14,2
1996-09-27	4,333	- 75,244	25,4	2,4	15,7	2007-07-08	4,4	-75,08	19,3	3	11,5
1998-11-15	4,259	- 74,986	1,5	2,9	14,2	2007-12-29	4,195	-75,022	4	2,7	15,0
1999-01-07	4,454	- 75,134	0	2,1	17,4	2010-04-10	4,369	-75,133	4	2,1	8,2
1999-04-08	4,369	- 75,187	4	2,4	11,8	2010-06-27	4,42	-75,132	6,8	2,7	13,7
1999-04-26	4,409	- 75,137	0	2,5	12,6	2011-01-08	4,417	-75,15	27	2,1	13,9
2000-09-21	4,177	- 75,226	1,2	2,3	19,0	2011-04-23	4,409	-75,166	4	2	13,8
2001-08-10	4,332	- 75,056	0	2,1	6,7	2011-06-26	4,429	-75,125	4	2,1	14,5
2001-09-15	4,192	- 75,007	10,2	2,4	16,3	2011-08-16	4,403	-75,237	4	2,4	18,5
2001-11-23	4,184	- 75,082	0,1	2,8	13,2	2011-09-26	4,243	-75,081	12,6	2	7,0

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)	FECHA	LAT (grados)	LONG (grados)	PROF. (Km)	MAG. MI	Distancia Epicentral (Km)
2001-12-03	4,316	- 75,101	0,1	2,2	1,9	2012-11-21	4,395	-74,968	18,8	2	18,7
2002-03-17	4,198	- 75,174	0,1	2,2	13,6	2013-01-14	4,295	-75,102	13,6	3	0,8
2003-01-16	4,296	- 75,094	4,1	2,1	1,5	2013-08-05	4,2	-74,963	6,3	2	19,5
2003-02-07	4,387	- 75,195	1,2	2,5	13,8	2014-01-08	4,219	-75,122	153,3	2,3	9,2
2003-07-01	4,159	- 75,146	0,1	2,8	16,3	2014-06-22	4,236	-74,973	7,8	2,9	16,5
2003-08-19	4,398	- 74,993	22	2,4	16,7	2016-06-29	4,439	-75,172	0,1	2,3	17,1
2003-10-28	4,361	- 75,134	0,1	2,6	7,4						

* (Ml. Escala de Richter)

Fuente: Servicio Geológico Colombiano - SGC-,Red Sismológica Nacional de Colombia. Catálogo Sísmico. Payandé, Tolima. 2020

Para la evaluación de la amenaza sísmica también se recurrió a lo contenido en la NSR-10 (AIS, 2010) que es la normativa vigente de construcción sismo resistente en Colombia. La NSR-10 define que para Ibagué el cual es el municipio más cercano al corregimiento de Payandé (Tolima) la aceleración del terreno (Aa la nomenclatura de la NSR-10) asociada a un periodo de retorno de 475 años (10% de probabilidad de excedencia en 50 años) es de 0,20 g, el cual corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia. Asimismo, se puede observar en el mapa de zonificación de Amenaza Sísmica tomado del SGC (2010), el grado de amenaza para el área del título minero 6823 localizado en el corregimiento de Payandé en el municipio de San Luis (Tolima).

De acuerdo con el análisis anterior y considerando que la sismicidad cercana a la zona de estudio (distancia epicentral menor o igual a 20 km) corresponde a sismos de baja profundidad (sismicidad cortical) con magnitudes por debajo de la magnitud umbral definida en el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia (AIS, 2009) de 4,0, se consigna una probabilidad de ocurrencia **ocasional** para esta amenaza en cada una de las etapas del proyecto y no generarían daños en la infraestructura que se planea instalar en superficie.

- Actividad volcánica

La amenaza volcánica está representada en Colombia por una serie de volcanes activos o potencialmente activos distribuidos a lo largo de la cordillera central del país. Los volcanes tienden a distribuirse como cinturones lineales largos, cercanos a los límites donde convergen las placas corticales. Tal es el caso del Parque Nacional de los Nevados, conformado por los volcanes activos de Cerro Bravo, Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Machín; situado en los Andes Colombianos y donde la Cordillera Central alcanza sus mayores alturas.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Un volcán es un punto de la tierra que se encuentra directamente comunicado con la astenosfera, parte semi-líquida de la tierra donde se encuentra roca fundida, la cual puede ascender a la superficie por aumento de la presión interna, acompañada de gases y fluidos incandescentes.

De esta manera se tiene que un volcán puede generar varios productos:

- ❖ Caída de Piroclastos: Material arrojado a la atmósfera de tamaños variables. Pueden alcanzar grandes distancias sobre todo las partículas más finas.
- ❖ Flujos de lava: Roca fundida incandescente que se extiende desde el punto central de emisión. Alcanza distancias cortas.
- ❖ Flujo de Piroclastos: Masa seca e incandescente que es expelida con gran violencia a lo largo de las paredes de un volcán. Recorren distancias relativamente cortas, vecinas a la base de la estructura volcánica.
- ❖ Flujos de Lodo: Los lahares (llamados comúnmente avalanchas y flujos de lodo) son una mezcla de fragmentos de roca, arena, limo y agua que se desplazan por los valles de las quebradas y ríos a velocidades de decenas de kilómetros por hora. Se generan, al tiempo y después de las erupciones volcánicas, por una variedad de mecanismos que permiten la mezcla de flujo de agua con materiales volcánicos y no volcánicos. Las fuentes de agua para formar lahares pueden provenir de nieve, de hielo, de lagos cráteres, de lluvias y de corrientes fluviales (SGC, 2003).

Cada erupción volcánica tiene un conjunto único de amenazas y rango de efectos que se pueden desarrollar en pequeñas o grandes extensiones de tierra. Las amenazas por erupción volcánica dependen de la caracterización, magnitud, intensidad, duración del fenómeno y evolución de la erupción a medida que avanza el evento.

De acuerdo con los resultados presentados en el Capítulo 5 de Caracterización Abiótica numeral 5.1.3.1. Amenaza Volcánica, el Proyecto se encuentra en zona de influencia directa del Volcán Cerro Machín y si representa una amenaza, cuya actividad futura podría afectar la operación de la mina.

El volcán Cerro Machín se encuentra ubicado en la Cordillera Central de Colombia. Debido a la composición química, magnitud y extensión de sus erupciones pasadas, se reconoce como un volcán explosivo, de gran potencial de daño y cuya actividad futura podría llegar a generar afectaciones a largo plazo (meses hasta años). Según su clasificación de Amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS), en el área de estudio del proyecto el volcán Machín se considera como activo, básicamente por haber presentado erupciones en los últimos 10.000 años. Las fumarolas y fuentes termales que presenta pueden evidenciar el proceso de enfriamiento o actividad atenuada actualmente. Ver Figura 32.

De acuerdo con la localización del proyecto, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en el área del título minero 6823, son los flujos de lodo (lahares), principalmente Flujos de Escombros y Flujos Hiperconcentrados. Las definiciones de cada una de las categorías de este fenómeno se describen en la Tabla 45.

Tabla 45. Descripción de las zonas de Amenaza por Lahares que afectaron el título minero 6823

Nombre del Volcán	Fenómeno Volcánico	Categoría Específica del Fenómeno	Zona o Subzona	Descripción
Volcán Cerro Machín	Zonas de Amenaza Por Lahares	Zona de Amenaza Por Flujos de Escombros		Las zonificación de amenaza por lahares tipo flujo de escombros se realizó, a partir del escenario máximo denominado Chicoral (escenario 2.500 años AP), considerando básicamente los mismos criterios generales tenidos en cuenta para los flujos hiperconcentrados. Dependiendo de la magnitud de este tipo de lahares, se espera que éstos ocurran principalmente en tres de las cinco zonas consideradas

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Nombre del Volcán	Fenómeno Volcánico	Categoría Específica del Fenómeno	Zona o Subzona	Descripción
				para flujos hiperconcentrados (zonas 2, 3 y 4), y cubran un área aproximada de 50 km ² . Estos flujos se caracterizan por generar grandes represamientos, por ser altamente canalizados por los cauces de los ríos y, por ende, por presentar una menor distribución lateral en comparación con los flujos hiperconcentrados. Las amenazas primarias de los flujos de escombros para las personas, las estructuras, la infraestructura y los cultivos incluyen: Arrasamiento y destrucción de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria (puentes, casas en las orillas de los ríos). Inundación de las regiones aledañas en el caso de presentarse represamiento de los ríos. Enterramiento de las zonas aledañas a las orillas de los ríos por desbordamientos originados por desconfinamiento de los flujos
		Zonas de Amenaza Por Flujos Hiperconcentrados	Flujo hiperconcentrado Zona 4	La zona 4 corresponde al área perteneciente a los valles de los ríos Coello y Magdalena, que inicia en la Inspección de Policía de Coello y continúa hasta Nariño.
			Flujo hiperconcentrado Zona 5	La zona 5 corresponde principalmente al denominado abanico del Guamo. Comprende el área entre el sector de Payandé y el río Magdalena, la cual se determinó considerando que los lahares se desborden, como en el pasado, desde el río Coello en las cercanías de Payandé, hacia los cauces de los ríos Luisa, Cucuana, Saldaña y Magdalena.

Fuente: INGEOMINAS. Evaluación de la Amenaza Potencial del Volcán Cerro Machín Nombre del documento. (2002).

Entre los principales efectos por lahares se encuentran:

- Arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria (puentes, casas en las orillas de los ríos).
- Enterramiento y aislamiento pasivo y tardío de grandes extensiones de terreno (cerca al cauce y por fuera de él) incluida la infraestructura ubicada sobre las mismas.
- Relleno de cauces naturales y artificiales.
- Inundación de las regiones aledañas en el caso de presentarse represamiento de los ríos.

La acción de estos efectos en el Machín pueden permanecer hasta por una decena de años (SGC, 2003).

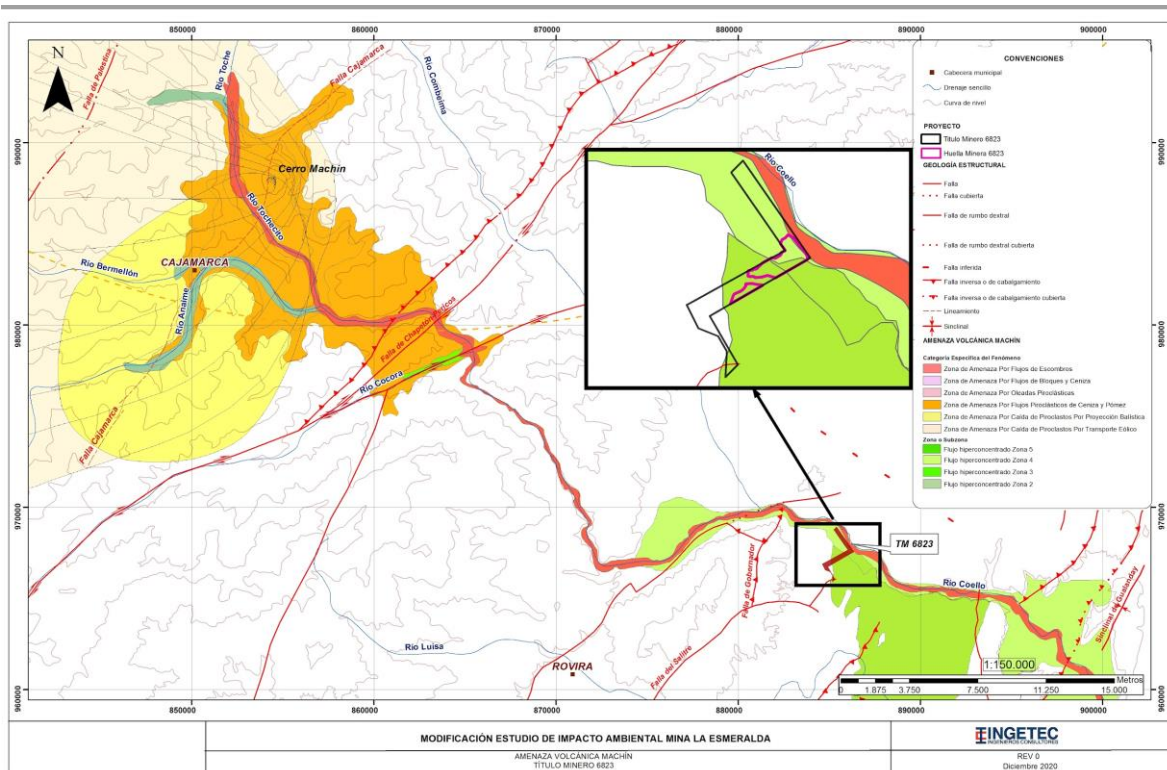


Figura 32. Mapa de amenaza volcánica del Volcán Machín, para el título minero 6823.
Fuente: Servicio Geológico Colombiano. Mapa de amenaza del Volcán Machín (2003)

De acuerdo con el análisis anterior, se define que el área de la concesión minera 6823 se encuentra cercana a la zona de amenaza por flujos de escombros y flujos hiperconcentrados principalmente por su cercanía al río Coello, correspondiente a una zona de amenaza alta por el potencial de destrucción que puede llegar a tener el escenario eruptivo del Cerro Machín. Se consigna una probabilidad de ocurrencia **improbable**, ya que la última erupción del volcán fue hace 900 años.

- **Inundaciones**

Las inundaciones son las amenazas de origen hidrológico más frecuentes y potencialmente destructivas, debido a la dinámica de evolución general de una corriente. Este fenómeno procede de lluvias persistentes que generan el crecimiento progresivo de los niveles de un cauce, sobrepasando sus condiciones normales y alcanzando límites extraordinarios incontrollables por la naturaleza o barreras artificiales, lo cual puede ocasionar el desbordamiento y dispersión de las aguas en el medio al que pertenece. Dependiendo de la magnitud del evento, la intensidad de las lluvias, la distribución espacial del área de influencia, el tiempo, el drenaje natural y el alcance del fenómeno se pueden presentar daños significativos sobre la infraestructura del proyecto.

La concesión minera 6823 está compuesto por el sistema hídrico de la cuenca del río Coello y tres afluentes por margen derecha: quebrada Los Huilos, y dos drenajes cuyos nombres no pudieron ser identificados con la información cartográfica disponible, por lo que fueron denominados drenaje NN 1 y drenaje NN 2. Además, al sur del área de estudio se identificó el drenaje El Salado, que es tributaria a la quebrada El Cobre. A continuación, se presenta la localización del proyecto.

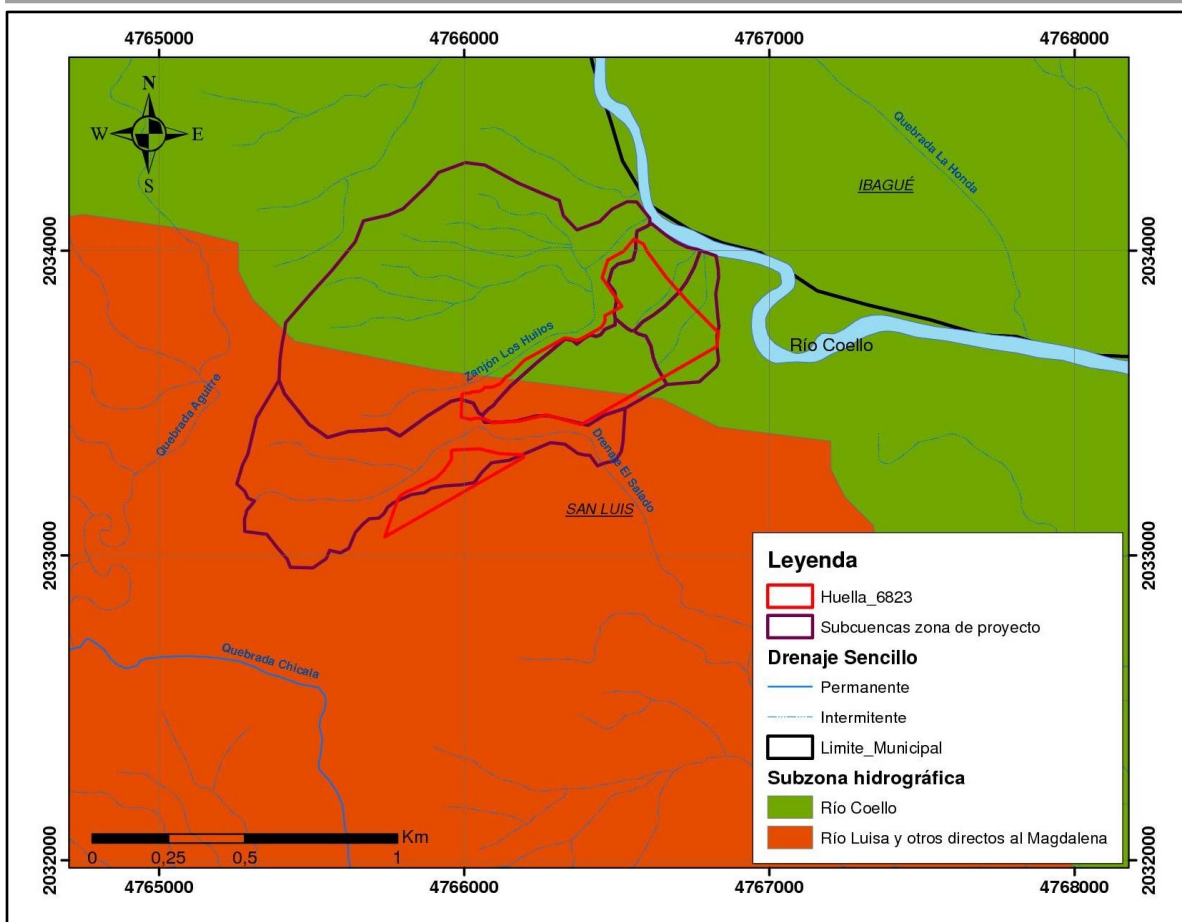


Figura 33. Localización del proyecto en la zonificación Hidrográfica
Fuente: Elaboración propia

Los caudales de los cuerpos de agua de interés fueron calculados a simulación con el modelo calibrado IHACRES, se realizó para las subcuencas de interés para el periodo de 1990 a 2019. En la Tabla 46 se presentan los caudales medios estimados para el periodo simulado.

Tabla 46. Resultados del Modelo IHACRES

ID	Subcuenca	Caudal (l/s)
1	Zanjón Los Huilos	7,77
2	Drenaje NN 1	0,81
3	Drenaje NN 2	0,67
4	Drenaje El Salado	3,80

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la Figura 34 el régimen de caudales de los drenajes es de tipo bimodal. Los periodos de caudales por encima del promedio ocurren de abril a junio y de octubre a noviembre, siendo el mes de mayo el que presenta mayor caudal. El periodo de caudales bajos se presenta en los meses restantes (julio-septiembre y diciembre-marzo), donde el mes de agosto presenta el caudal mensual multianual más bajo. El caudal presentado en cada mes y el caudal promedio estimado en cada subcuenca se relacionan en la Tabla 47.

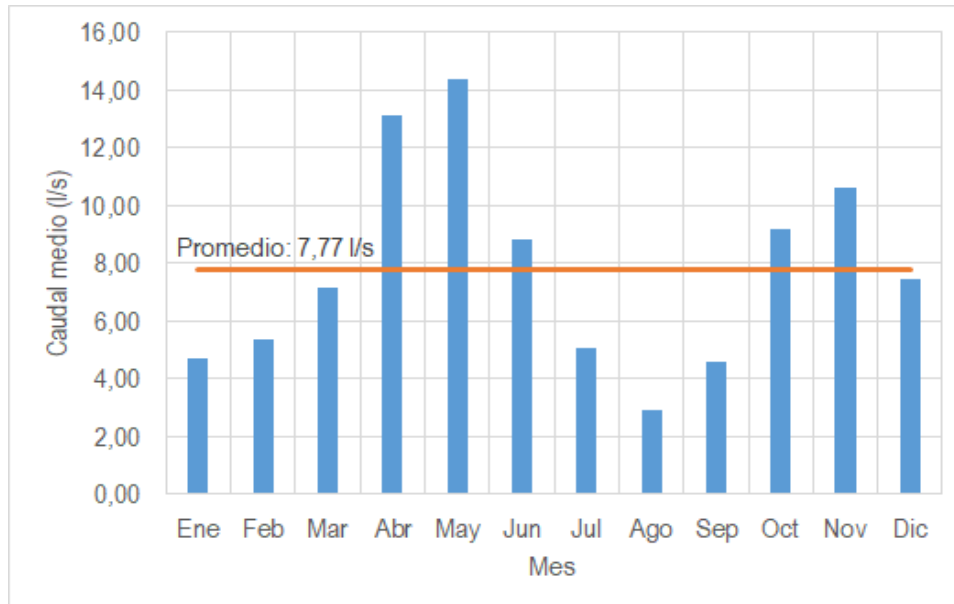


Figura 34. Distribución temporal de caudales medios mensuales en el Zanjón Los Huilos. Periodo 1990-2019.
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Caudal medio mensual multianual en l/s en los cuerpos de agua identificados. Periodo 1990-2019.

Cuerpo de agua	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PRO M
Zanjón Los Huilos	4,73	5,38	7,13	13,13	14,37	8,79	5,04	2,93	4,61	9,16	10,60	7,42	7,77
Drenaje NN 1	0,49	0,56	0,74	1,36	1,49	0,91	0,52	0,30	0,48	0,95	1,10	0,77	0,81
Drenaje NN 2	0,41	0,46	0,61	1,13	1,24	0,76	0,43	0,25	0,40	0,79	0,91	0,64	0,67
Drenaje El Salado	2,31	2,63	3,48	6,41	7,02	4,29	2,46	1,43	2,25	4,47	5,18	3,62	3,80

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se calcularon los caudales máximos con el Modelo Lluvia-Escorrentía del HEC-HMS, utilizando el método del hidrograma unitario del SCS, como se describe en el Capítulo 5.1 ítem 5.1.6.6.3. Caudales máximos.

En la Tabla 48 se presentan los caudales máximos asociados a diferentes periodos de retorno para todos los cuerpos de agua identificados en el área de influencia.

Tabla 48. Caudales máximos en m³/s asociados a diferentes periodos de retorno en las subcuencas analizadas.

Subcuenca	Área (km²)	Periodo de retorno en años						
		2	5	10	15	25	50	100
Drenaje El Salado	0,32	0,295	0,738	1,234	1,559	1,995	2,630	3,310
Zanjón Los Huilos	0,66	0,275	0,926	1,687	2,187	2,927	4,045	5,266
Drenaje NN 1	0,07	0,094	0,240	0,393	0,490	0,619	0,804	1,009
Drenaje NN 2	0,06	0,048	0,143	0,252	0,324	0,420	0,561	0,711

Fuente: Elaboración Propia

Los caudales máximos instantáneos de la estación río Coello - Payandé se ajustaron a diferentes distribuciones de probabilidad con el fin de calcular caudales máximos para periodos de retorno entre 2,33 y 100 años. Luego de haber definido los caudales máximos para diferentes periodos de retorno en la estación río Coello – Payandé, se realiza el traslado de caudales máximos hasta el sitio de interés. Más exactamente hasta el sitio de vertimiento (en el área de influencia del proyecto), cuyos resultados se presentan en la Tabla 49.

Tabla 49. Caudales máximos del río Coello hasta el sitio de vertimiento, a partir de la estación Payandé.

Sitio	Río Coello – Payandé	Río Coello en sitio de vertimiento
Área (km ²)	1529	1510,7
Tr (años)	Caudal (m ³ /s)	
2,33	312,2	310,0
5	461,4	458,0
10	607,4	603,0
15	700,1	695,1
25	826,1	820,1
50	1015,7	1008,4
100	1229,9	1221,1

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los resultados de caudales máximos presentados anteriormente para el Río Coello y en los cuerpos de agua identificados, se presenta la mancha de inundación con un TR de 2,33 y 50 años, en la cual se identifica que el área y en la huella del proyecto, no presenta susceptibilidad a inundación en los periodos mencionados anteriormente. Para elaborar las manchas de inundación, se realizó la modelación hidráulica del río Coello (modelo desarrollado en el Capítulo 7) a partir de las batimetrías disponibles en el tramo aledaño al área de influencia del proyecto y los caudales correspondientes a periodos de retorno de 2,33 años y 50 años respectivamente.

La información de áreas potencialmente inundables fue calculada mediante la generación de la mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años, la cual se considera de sensibilidad alta, teniendo en cuenta que este periodo de retorno equivale al valor medio de las crecientes anuales. Para las zonas de sensibilidad baja se realizó la mancha de inundación correspondiente a la creciente para un periodo de retorno de 50 años.

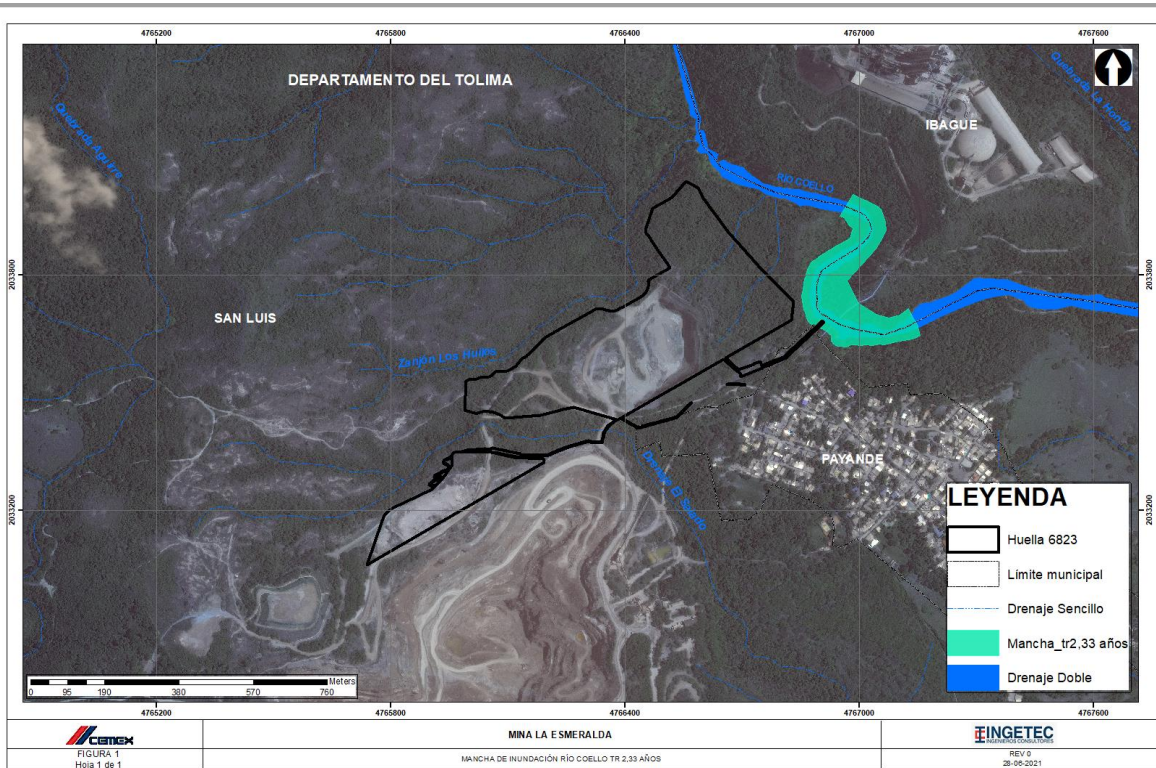


Figura 35. Mancha de inundación TR 2,33 años
Fuente: Elaboración Propia

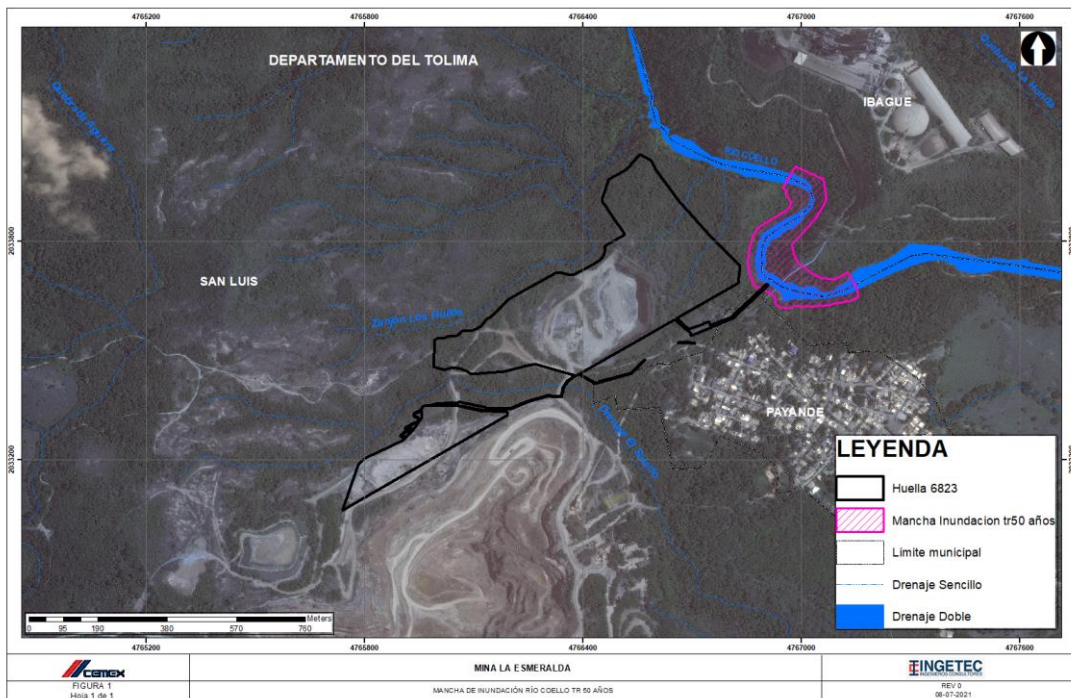


Figura 36. Mancha de inundación TR 50 años
Fuente: Elaboración Propia

Las áreas potencialmente inundables correspondiente a la mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años y 50 años, no presentan una variación significativa entre ambos periodos de retorno por ser una zona encañonada.

Para el desarrollo del análisis de la amenaza por inundación, se tomó también como insumo información de antecedentes históricos en el municipio por medio de DESINVENTAR (sistema de inventario de desastres).

En la Tabla 50 se presentan los antecedentes históricos relacionados con eventos de inundación en el municipio de San Luis. Se puede observar que la mayor incidencia de este fenómeno a través de los años ha sido por desbordamientos efecto de fuertes lluvias, también se identifica un solo evento involucrado en la vía Payandé - Salitre, que es lo más cercano al proyecto. No se encontraron emergencias sobre inundaciones en el municipio de San Luis por desbordamiento del río Coello, El Drenaje El Salado o Zanjón los Huilos.

Tabla 50. Antecedentes históricos de inundaciones en el municipio de San Luis

FECHA	TIPO DE EVENTO	MUNICIPIO	CAUSA
2007-11-14	Inundación	Tolima/San Luis	Desbordamiento quebradas Chipalo y Tomin
2010-04-16	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2010-11-01	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2011-01-18	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2011-06-18	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2011-10-29	Inundación	Tolima/San Luis	Fuertes lluvias generan desbordamiento de la quebrada La Arenosa en la vereda La Jagua
2012-02-20	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2012-03-20	Inundación	Tolima/San Luis	Vías afectadas San Luis - Primavera; Guasimito - Limonar; San Cayetano - Cordialidad; Jagua Flor - Hobo; Payande - Salitre
2012-04-16	Inundación	Tolima/San Luis	Desconocida
2013-05-26	Inundación	Tolima/San Luis	Inundaciones en la vereda Jagua Flor
2015-04-21	Inundación	Tolima/San Luis	Creciente súbita del Río Cucuana
2016-04-09	Inundación	Tolima/San Luis	Emergencia en el municipio de San Luis, a las 5:30 A.M. inundación en 5 veredas por desbordamiento de la quebrada Chipalo

Fuente: Desinventar, Sistema de Inventario de Desastres.

Fuente: Elaboración Propia

En el municipio de San Luis las inundaciones se presentan exclusivamente en épocas de invierno y se ven restringidas a la parte baja de la llanura de inundación de los cauces. Conforme al análisis de la información anterior, junto con la modelación de los caudales máximos, la mancha de inundación y a los criterios de probabilidad por ocurrencia, se presenta una frecuencia de amenaza por inundación **remota**.

En la Tabla siguiente se presenta una síntesis de las amenazas exógenas de origen natural expuestas en el presente numeral.

Tabla 51. Identificación de amenazas externas (Origen Exógeno-Natural)

No	ESCENARIO	AMENAZA		Consecuencias
		Probabilidad (P)		
		Calificación	Escala Cualitativa	
1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	3	OCASIONAL	- Lesionados: con fracturas, amputados, quemados, asfixiados, heridos, traumas psicológicos. - Colapso estructural por vibración - Pérdidas económicas para la organización.
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	3	OCASIONAL	- Lesionados: con fracturas, amputados, quemados, asfixiados, heridos, traumas psicológicos. - Colapso estructural por vibración - Pérdidas económicas para la organización.
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	1	IMPROBABLE	- Lesionados: con traumas menores - Pérdidas económicas para la organización
4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	2	REMOTO	- Lesionados: con traumas menores - Pérdidas económicas para la organización

Fuente: Elaboración propia

- **Identificación de amenazas externas (origen exógeno - antrópicas)**

Las amenazas externas de origen antrópico que pueden afectar el Proyecto se presentan en la Tabla 52.

Tabla 52. Identificación de amenazas exógenas

ORIGEN	TIPO DE AMENAZA	EVENTO AMENAZANTE
Exógenas	Antrópicas - sociopolíticas	Acciones hostiles en contra de los recursos y de la infraestructura del proyecto
	Antrópicas - sicionaturales	Incendios forestales

Fuente: Elaboración propia

A continuación se definen los tipos de amenaza indicados, las clases de acción hostiles relacionados con estas amenazas, las categorías de acciones a las que pertenecen de acuerdo con las clasificaciones convencionales de los tipos de protesta

social y de belicosidad; las acciones concretas en las que según los modus operandi típicos, se expresan estas amenazas, la probabilidad de ocurrencia según la escala definida en la Tabla 24.

- **Acciones hostiles en contra de los recursos y de la infraestructura del Proyecto**

Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daños de equipos

El hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos se define como la actitud e inclinación individual o grupal de carácter intencional a cometer acciones destructivas y de hurto contra la propiedad de un establecimiento público o privado. Las consecuencias más evidentes de este tipo de acciones hostiles son la producción de daños en equipos / maquinaria y la posible suspensión momentánea de la operación del establecimiento minero. Se categoriza como una protesta violenta que funciona como un mecanismo de presión directa, con pretensiones reivindicativas a favor de intereses específicos, que se esperan lograr de inmediato o en el corto plazo.

De acuerdo con el contexto sociopolítico del área de influencia de la mina La Esmeralda, no se han presentado antecedentes que por su magnitud han provocado retrasos o dificultades en el desarrollo de las actividades del Proyecto.

En concordancia con el análisis expuesto el tipo acción se considera una probabilidad de amenaza **“improbable”**.

Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal e instalaciones y frentes de obra)

Los ataques terroristas corresponden a ataques sistemáticamente planeados y organizados de carácter sorpresivo, violento, indiscriminado y de gran poder destructivo contra personas e infraestructuras por parte de grupos extremistas o fundamentalistas con intereses políticos, religiosos o económicos, mediante los cuales se persigue desestabilizar el orden público, creando climas de miedo, incertidumbre, terror e inseguridad. Los medios letales y masivos utilizados buscan intimidar y/o minar la moral de los adversarios, o de la población en general, sin tener en cuenta la distinción entre objetivos militares y objetivos civiles y tratando de producir el mayor daño posible, en términos de pérdidas materiales y de vidas humanas.

Las consecuencias para el establecimiento minero consistirán en la suspensión inmediata y prolongada de la operación y la destrucción de maquinaria y equipo. Dependiendo de la escala y grado de contundencia este tipo de acción puede ocasionar la destrucción parcial, e incluso total de las instalaciones con un posible saldo elevado de muertes y heridos entre los funcionarios y contratistas que operan la mina.

Según la recolección de información para la caracterización del medio socioeconómico del área de influencia del proyecto, durante el año 2019 no se identificó la presencia de actores armados y no se presentó ninguna Alerta Temprana emitida por la Defensoría del Pueblo. Igualmente, no se encuentra información relacionada con actos terroristas en contra de las actividades a realizarse en el complejo minero la Esmeralda, o con la ejecución de proyectos en particular en la zona.

Conforme a lo anterior y a los elementos de análisis descritos, la probabilidad de ocurrencia de este tipo de amenazas se considera como **“improbable”**.

En la Tabla siguiente se presenta una síntesis de las amenazas antrópicas de origen exógeno expuestas en el presente numeral.

Tabla 53. Identificación de amenazas externas (Origen Exógeno-Antrópicas)

No	ESCENARIO	AMENAZA		Consecuencias
		Probabilidad (P)		
		Calificación	Escala Cualitativa	
5	Escenarios asociados con acciones hostiles en contra de los recursos y de la infraestructura del Proyecto			
5.1	Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	1	IMPROBABLE	Daños en equipos y posible suspensión momentánea de la operación
5.2	Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	1	IMPROBABLE	Suspensión prolongada de la operación y destrucción de maquinaria y equipo; destrucción parcial de instalaciones. Posibles muertos y heridos entre los funcionarios que operan la Mina.

Fuente: Elaboración propia

- Incendios Forestales

De acuerdo con Minambiente, un incendio forestal es: “fuego que se extiende sin control cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta”. La Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales – CDPMIF define un incendio forestal como: "El fuego es un fenómeno natural o inducido, que se produce cuando un cuerpo combustible recibe calor en presencia de aire, si el fuego se propaga sin control (sin límites preestablecidos) consumiendo material vegetal ubicado en áreas rurales de aptitud forestal o, en aquellas que, sin serlo, cumplen una función ambiental y cuyo tamaño es superior a 0.5 ha, hablamos de incendio forestal"⁶.

Sin embargo, es importante conocer los tipos de incendio forestal que pueden presentarse, los cuales se clasifican en:

- Superficial: Se consideran de este tipo cuando el material vegetal que el incendio consume son hierbas, ramas, hojas, hojarasca, que se encuentran a ras del suelo. Se considera combustible superficial a todo aquel que se encuentre entre la superficie del suelo y hasta 1,5 m de altura.
- Subterráneos: En estos se queman las raíces bajo la superficie del suelo o la materia orgánica, acumulada en las fracturas de grandes afloramientos de roca. Arden lenta y latentemente, carecen de llama y pueden estar activos por largo tiempo. Son muy dañinos para toda la vegetación debido a su efecto de destrucción de las raíces.
- De copa: El fuego consume la totalidad de los árboles, propagándose tanto de copa en copa como superficialmente. Este tipo de incendio es muy peligroso y difícil de controlar.

En Colombia se estima que casi la totalidad de los incendios forestales son de origen antrópico, bien sean generados intencionalmente para la ampliación de la frontera agropecuaria, o por negligencia al no tomar las precauciones adecuadas, sobre todo en las quemadas agrícolas; por descuido (fumadores, fogatas, pólvora y cacería de animales, entre otros.); accidentales (caída de líneas eléctricas sobre la vegetación o roce estas con los árboles) y por atentados terroristas⁷. Los incendios forestales en Colombia son recurrentes durante los periodos secos anuales, tanto el área como la frecuencia en la región Andina, se afectan páramos, bosques húmedos andinos y áreas de plantaciones forestales.(IDEAM). En el caso

⁶ IDIGER, Riesgo por Incendio Forestal. <https://www.idiger.gov.co/rincendiof>

⁷ Ídem.

de los ecosistemas, se provoca una reducción en la superficie y la pérdida de biodiversidad; adicionalmente, se genera una erosión de los suelos, severos procesos de desertificación y reducción de los recursos hídricos. De acuerdo con los reportes de incendios forestales, el departamento del Tolima presenta una alta susceptibilidad al desarrollo de incendios forestales a causa de las características climáticas, geomorfológicas y de la vegetación (FIRMS - MODIS).

Las estadísticas sobre incendios en Colombia, permiten en términos generales, realizar análisis de su comportamiento bajo diferentes escenarios, con el Fenómeno del Niño o en condiciones climáticas normales, por cobertura vegetal afectada y de esta manera, utilizarlos para priorizar áreas, orientar acciones o sustentar la necesidad de realizar estudios detallados. Cabe resaltar que los factores que influyen en el comportamiento del fuego son la topografía, y el combustible (tipo de cobertura vegetal - agente de ignición).

Metodología

La evaluación del riesgo a incendios forestales para el proyecto, se realizó teniendo en cuenta la metodología descrita en el *Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal*⁸. En esta mediante la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad se estableció el riesgo a incendios forestales en el área de influencia indirecta del proyecto. A continuación, se describen de forma detallada las actividades a realizar para estimar el riesgo a incendios:

- Evaluación de la amenaza a incendios forestales

La amenaza por incendios forestales resulta de la evaluación de la ponderación entre la susceptibilidad de la vegetación a incendios (tipo de combustible, duración de los combustibles, carga total del combustible), los factores climáticos (precipitación y temperatura), el relieve (pendientes) y la accesibilidad (vías), en la Figura 37, se presenta la interacción de los factores evaluados para el análisis de amenaza por incendios forestales.

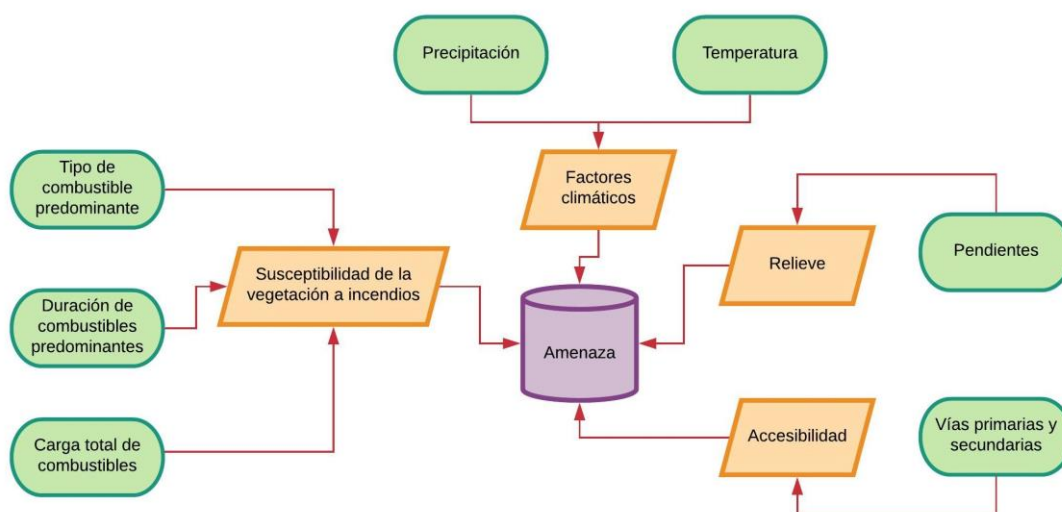


Figura 37. Factores de amenaza de incendios de la cobertura vegetal evaluados, modificado de IDEAM, 2011.
Fuente: IDEAM, 2011.

Con cada una de las variables evaluadas de acuerdo con la metodología, se procede a realizar un análisis espacial mediante álgebra de mapas en el que se obtiene la información de la amenaza de la vegetación a los incendios forestales a través de la siguiente fórmula:

⁸ IDEAM, 2011 Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000. Bogotá, D. C. 109 pp. ISBN. 978-958-8067-41-4.

$$Amenaza = (Susceptibilidad\ de\ la\ vegetación * 0,17) + (Precipitación * 0,25) + (Temperatura * 0,25) + (Pendientes * 0,08) + (Accesibilidad * 0,08)$$

Ecuación 3.

Una vez obtenido el valor de amenaza y dado que este comprende datos con diferentes escalas y valores estos se ajustan empleando la siguiente ecuación para la normalización:

$$Normalización = \frac{x - min}{Max - min}$$

Ecuación 4.

Normalizado este resultado, los valores obtenidos se clasifican en cinco (5) rangos teniendo en cuenta la distribución de la Tabla 54.

Tabla 54. Clasificación del grado de riesgo a incendios forestales a partir de la ponderación

Clasificación del riesgo	Categoría del riesgo
0,000 - 0,200	Muy baja
0,201 - 0,400	Baja
0,401 - 0,600	Moderada
0,601 - 0,800	Alta
0,801 - 1,000	Muy alta

Fuente: Elaboración Propia

- Evaluación de la vulnerabilidad a incendios forestales

La vulnerabilidad se define como el grado de pérdidas o daños que pueden sufrir ante un incendio forestal, la población, los bienes y el medio ambiente. La vida y la seguridad de las personas, los valores de protección de infraestructuras, instalaciones y zonas habitadas, el valor económico de los sistemas forestales y el patrimonio histórico-artístico, son los tipos genéricos de valores a proteger. En la Figura 38 se presenta el resumen de la metodología empleada para la evaluación de la vulnerabilidad y a continuación se lista la cartografía empleada en dicha evaluación, se resalta que dado que toda el área se encuentra en el municipio de San Luis, adyacente a Payandé, el factor de la densidad poblacional, comunidades étnicas vulnerables y la ausencia de áreas protegidas (SIAC) permitieron modificar las capas requeridas dentro de la metodología IDEAM.

- a) Mapa de coberturas de la tierra delimitado para el área de influencia del proyecto - Vulnerabilidad económica y ecológica
- b) Mapa de uso actual del suelo delimitado para el área de influencia del proyecto - Vulnerabilidad ecológica
- c) Buffer de 250 m a la cabecera municipal de Payandé - Vulnerabilidad poblacional
- d) Mapa de infraestructura (vial e industrial) - Vulnerabilidad de la infraestructura

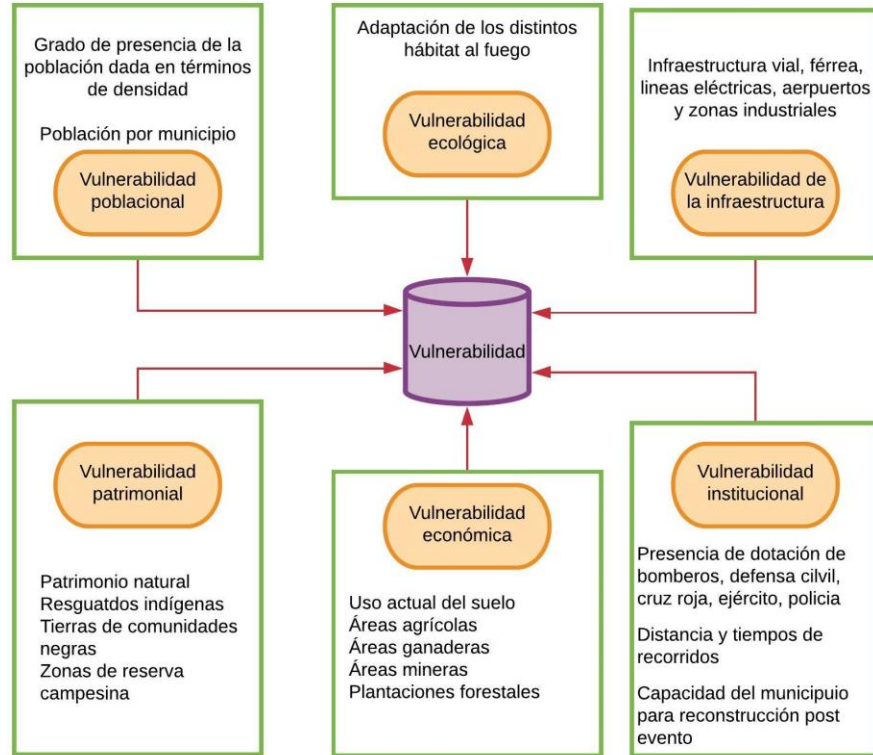


Figura 38. Factores de evaluados para estimar la vulnerabilidad a incendios de la cobertura vegetal, modificado de IDEAM 2011
Fuente: IDEAM, 2011.

Para cada uno de los atributos evaluados se dio una valoración de uno a cinco, siendo uno muy baja vulnerabilidad y cinco muy alta vulnerabilidad. Mediante álgebra de mapas de estos atributos fueron intersectados y se estimó la vulnerabilidad a través la siguiente ecuación:

$$Vulnerabilidad = (Vul.población*0,2) + (Vul.ecosistema*0,20) + (Vul.infraestructura*0,1) + (Vul.patrimonio*0,1) + (Vul.Economic*0,2) + (Vul.Institucional*0,1)+ (Vul.Fisica*0,1)$$

Ecuación 5.

Posterior a la obtención de la vulnerabilidad total para el área de influencia, esta variable es normalizada según la Ecuación 4 y categorizadas en cinco según la escala de la Tabla 54.

- Zonificación por riesgos a incendios forestales

Con base en los resultados obtenidos para la vulnerabilidad y amenaza para el área de influencia, la estimación del riesgo se genera a partir del producto, normalizado (Ecuación 4) y categorizado (Tabla 54) de los mapas para estas dos variables. Esto permite la espacialización de la probabilidad de que ocurran daños o repercusiones negativas producto de la interacción dinámica de los elementos que constituyen la amenaza y vulnerabilidad y con ello plantear una zonificación que pueda considerar escenarios o zonas prioritarias para el control de incendios sobre la cobertura vegetal.

Resultados

A partir de la metodología descrita en el numeral anterior, se procedió a estimar la zonificación de riesgo por incendios forestales. Se presentan a continuación los resultados.

- Zonificación de la amenaza a incendios forestales

Para estimar la amenaza por incendios forestales se debe tener en cuenta las características de la vegetación, la facilidad de acceso de las personas a las zonas con una alta capacidad de combustión, las condiciones climáticas y de relieve. Para el área de influencia del proyecto predominan las superficies con una baja susceptibilidad de la vegetación a incendios forestales que se encuentran relacionadas con las zonas en regeneración y zonas industriales o con alta modificación antrópica que carecen de elementos vegetales. Esto contrasta con una menor proporción de zonas altamente susceptibles a incendios dadas por los pastos y los bosques de galería, estas en su mayoría se relacionan con las características de intervención del área de estudio y la alta modificación que se ha realizado a las coberturas. En la Tabla 55, se presenta la valoración dada a cada una de las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia, así como la superficie ocupada por estas.

Tabla 55. Susceptibilidad de la vegetación a incendios. Tipo, duración y carga del combustible

Cobertura	Tipo de combustible	Duración del combustible	Carga de combustibles	Susceptibilidad de la vegetación a incendios Forestales	Superficie (ha)
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Áreas urbanas	Áreas urbanas	Menos de 1 Ton/Ha	1	1,66
Zonas de extracción minera	Áreas urbanas	Áreas urbanas	Menos de 1 Ton/Ha	1	12,41
Pastos limpios	Pastos	1 horas	Baja (1-50 Ton/Ha)	5	0,81
Pastos arbolados	Pastos	1 horas	Baja (1-50 Ton/Ha)	5	1,16
Pastos enmalezados	Pastos	1 horas	Baja (1-50 Ton/Ha)	5	0,93
Bosque de galería y ripario	Árboles	100 horas	Muy alta (más de 100 Ton/Ha)	4	24,02
Tierras desnudas y degradadas	No combustible	No combustible	No combustible	1	2,93
Vegetación secundaria alta	Árboles y Arbustos	10 horas	Moderada (50-100 Ton /ha)	1	25,64
Total					69,57

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al relieve, predominan las superficies con relieves planos y colinas suaves tal como se puede observar en la Tabla 56. Este tipo de relieve presenta una amenaza baja a muy baja con relación a la propagación de incendios forestales, indicando que para la evaluación de la amenaza estas geoformas no representan un elemento significativo, por el contrario existe una fracción del área que presenta mayores pendientes donde la amenaza aumenta de forma moderada a alta. Otro aspecto abiótico está relacionado con las características climáticas y de la vegetación, puesto que la vegetación que se distribuye en el área de estudio es moderadamente susceptible a los incendios, lo que sumado a la temperatura

(superior a 24°C) y el clima seco con precipitaciones entre los menores a los 2,000 mm provocan una amenaza a incendios mayor.

Tabla 56. Valoración de la amenaza por pendiente

Pendiente (%)	Categoría de amenaza	Superficie (ha)
0 - 7%	Muy baja	26,08
7 - 12%	Baja	12,57
12 - 25%	Media	22,99
25 - 75%	Alta	7,93
> 75%	Muy alta	0,00
Total		69,57

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la accesibilidad, la amenaza es alta, pues existe una facilidad de acceso al área de influencia del proyecto y a la zona donde se realiza la extracción del material aprovechable, por lo que la probabilidad de un evento de incendio es significativa. En la Tabla se presenta la superficie ocupada por cada una de las categorías evaluadas.

Tabla 57. Valoración de la amenaza por accesibilidad

Distancia a la vía	Categoría de amenaza	Superficie (ha)
0 - 500	Muy alta	0,59
500 - 1000	Alta	68,98
Total		69,57

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la dimensión histórica, de acuerdo con los datos reportados en la plataforma de la UNGRD, se encontró que en el periodo de 2000 al 2013 se presentaron en el departamento del Tolima 44 incendios forestales, por otro lado el Documento CONPES 3947 de 2018 señala que durante el 2015 se registraron 238.518 hectáreas afectadas por incendios forestales. A continuación, en la Tabla 58 se presentan los antecedentes históricos de incendios forestales en el municipio de San Luis, con unos pocos casos reportados para Payandé.

Tabla 58. Antecedentes históricos de incendios forestales en el municipio de San Luis

FECHA	TIPO DE EVENTO	MUNICIPIO	OBSERVACIÓN
2012-08-29	Incendio forestal	San Luis	Se presenta un incendio forestal desde el día 27 de agosto, en zona rural de San Luis en el sitio llamado Payandé
2012-09-06	Incendio forestal	San Luis	En la vereda La Flor reporta al momento una hectárea consumida en rastrojo y árboles. Controlado al momento
2013-09-11	Incendio forestal	San Luis	Se presenta un incendio forestal en la vereda mal nombre, límites con San Luis

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

FECHA	TIPO DE EVENTO	MUNICIPIO	OBSERVACIÓN
2013-09-30	Incendio forestal	San Luis	El CMGRD San Luis reporta un incendio forestal que afectó 80 hectáreas con vegetación variada entre cultivos y rastrojos
2014-09-01	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima informa incendio forestal en el municipio de San Luis, finca La Lorena
2014-10-01	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima informa incendio forestal en el municipio San Luis, Vereda Guasimito
2015-07-03	Incendio forestal	San Luis	Incendio forestal de la Jagua San Luis, Vereda Paraguay
2015-08-06	Incendio forestal	San Luis	CDGRD reportó incendio forestal en San Luis, Vereda Guasimito que está presentando en la parte sur del municipio
2015-08-12	Incendio forestal	San Luis	Incendio forestal en la vereda La Flor, municipio San Luis
2015-09-08	Incendio forestal	San Luis	DNBC informa: Incendio forestal que se presenta en el sector Payandé
2016-02-16	Incendio forestal	San Luis	Se presentó incendio forestal en el centro nacional de operaciones
2016-09-13	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima, reporta incendio forestal activo en el municipio de San Luis, vereda Piedra Blanca
2016-09-26	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima, reporta incendio forestal activo en el municipio de San Luis, vereda Mesetas y Tomobo
2017-08-12	Incendio forestal	San Luis	Incendio forestal en el Balneario del río
2017-08-28	Incendio forestal	San Luis	
2017-09-06	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima, reporta incendio forestal activo en el municipio de San Luis, vereda El Puño
2017-09-12	Incendio forestal	San Luis	Incendio forestal - liquidado. Municipio San Luis, vereda contreras en los predios de Luis Peralta
2017-09-25	Incendio forestal	San Luis	Evento incendio forestal activo, en el municipio de San Luis, en el casco urbano
2017-09-27	Incendio forestal	San Luis	CDGRD Tolima, reporta incendio forestal activo en el municipio de San Luis, vereda

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

FECHA	TIPO DE EVENTO	MUNICIPIO	OBSERVACIÓN
			Los Sigüero

Fuente: Desinventar, Sistema de Inventario de Desastres.

De acuerdo con la ponderación realizada para cada uno de los elementos evaluados y tal como se identifica en la Tabla 59 que en el área de influencia predominan las superficies con una muy baja vulnerabilidad ocupando cerca del 58,9% de las superficies, esto se debe principalmente al tipo de cobertura industrial o con vegetación poco sensible que domina en el área de influencia. Aunque existen áreas con alta amenaza dada por las coberturas de tipo herbáceo que corresponden a un 34,5% y presentan condiciones que facilitan la aparición y su propagación de incendios. Se puede evidenciar el análisis anterior en la Figura 39, en donde se resalta la zonificación de la amenaza por la alta temperatura y la poca precipitación.

Tabla 59. Valoración de la amenaza para el área de influencia

Clasificación de la amenaza	Categoría de amenaza	Superficie (ha)
0 - 0,2	Muy baja	41,0
0,2-0,4	Baja	1,7
0,4 - 0,6	Moderada	0,0
0,6 - 0,8	Alta	24,0
0,8 - 1	Muy alta	2,9
Total		69,6

Fuente: Elaboración propia

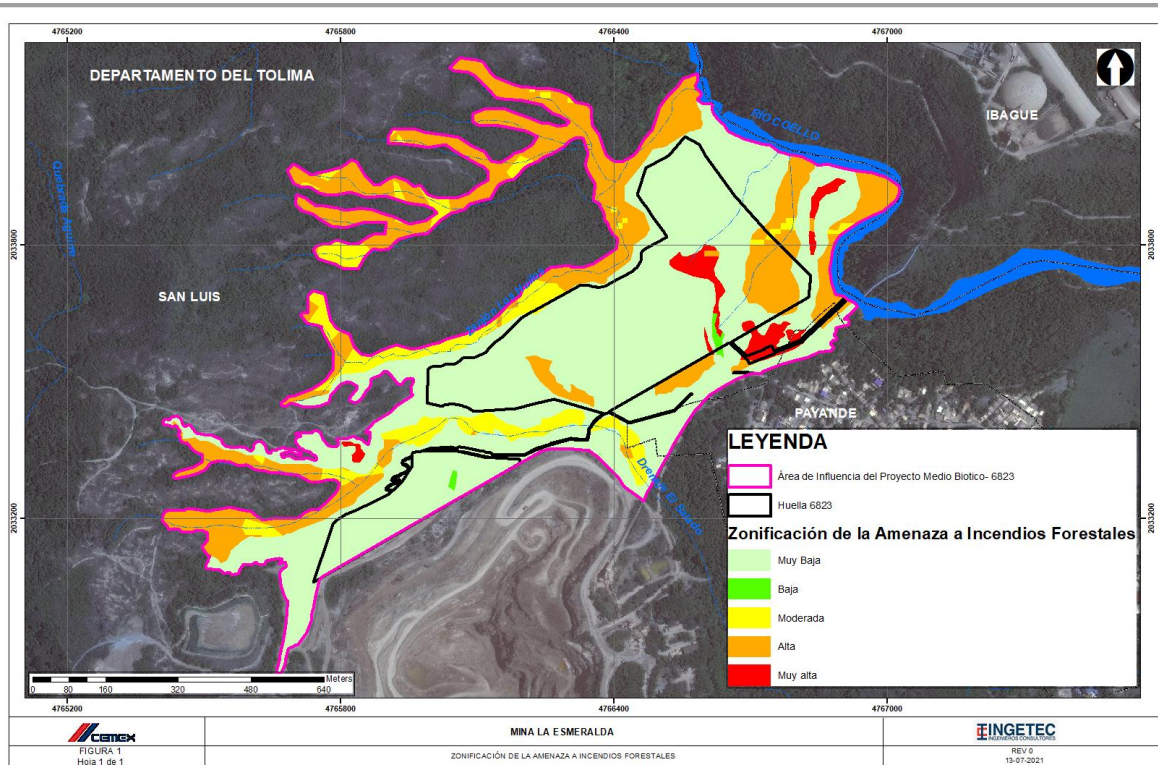


Figura 39. Zonificación de la amenaza a incendios forestales
Fuente: Elaboración propia

- Zonificación por vulnerabilidad a incendios forestales

La vulnerabilidad se relaciona con el grado de daño que puede ser provocado por el desarrollo de un incendio forestal. De acuerdo con las características de la vegetación, se evidencia que para el área de estudio las superficies con elementos altamente vulnerables desde el punto de vista ecológico ocupan cerca del 72,7% de la superficie, estas comprenden la mayor cantidad de elementos florísticos y faunísticos. Otros elementos que se destacan son las zonas con elementos antrópicos (24,4%) que cuentan con poca cantidad de vegetación como lo son las zonas industriales o degradadas.

A nivel económico, cerca del 95,8% del área de influencia cuenta con superficies de baja a muy baja vulnerabilidad a incendios forestales y están relacionados principalmente a unidades vegetales naturales o con poco valor intrínseco a nivel productivo como las vías y terrenos asociados. En la Tabla 60 se presenta la valoración de la vulnerabilidad ecológica y económica para el área de influencia biótica.

Tabla 60. Valoración de la vulnerabilidad ecológica y económica de las coberturas

Cobertura	Vulnerabilidad ecológica	Vulnerabilidad económica	Superficie (ha)
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Muy baja	Muy baja	1,66
Zonas de extracción minera	Muy baja	Muy baja	12,41
Pastos limpios	Moderada	Alta	0,81
Pastos arbolados	Moderada	Alta	1,16

Cobertura	Vulnerabilidad ecológica	Vulnerabilidad económica	Superficie (ha)
Pastos enmalezados	Muy alta	Alta	0,93
Bosque de galería y ripario	Muy alta	Baja	24,02
Tierras desnudas y degradadas	Muy baja	Muy baja	2,93
Vegetación secundaria alta	Muy baja	Baja	25,64
Total			69,57

Fuente: Elaboración propia

La vulnerabilidad física evaluada mediante el uso actual del suelo, presenta para el área de estudio una zonificación de vulnerabilidad alta, la cual se encuentra dada por las características de distribución de las coberturas que se presentan allí. Es decir, en el área de estudio la vulnerabilidad que se realicen quemas por actividades culturales (avance de la frontera agrícola) es en su mayoría alta. Por otro lado, la infraestructura presenta una alta vulnerabilidad a incendios forestales, la cual se encuentra relacionada con la facilidad de acceso por su cercanía a la vía. En la Tabla 61, se presenta la distribución de la vulnerabilidad a la infraestructura en el área de estudio.

Tabla 61. Vulnerabilidad de la infraestructura a incendios forestales

Distancia a la infraestructura	Categoría de vulnerabilidad	Superficies (ha)
0 - 500	Muy alta	0,59
500 - 1000	Alta	68,98
Total		69,57

Fuente: Elaboración propia

Para la evaluación del patrimonio natural, como se mencionó en el la metodología de acuerdo la cartografía base del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), en lo relacionado con Parques Nacionales Naturales, Nuevas áreas con prioridad de conservación y áreas naturales protegidas de orden regional, dado que no se identifican este tipo de áreas de la vulnerabilidad del patrimonio, esta variable se omitió del análisis.

Evaluados cada uno de los atributos, se estimó en la Tabla 62 la vulnerabilidad del área de influencia abiótica del Proyecto a incendios forestales, donde se evidencia que el 13,7% de la superficie se distribuyen áreas con una vulnerabilidad muy alta y alta a los incendios forestales, mientras las superficies con baja vulnerabilidad ocupan cerca del 57,7% y moderada 28,6%. En la Figura 40 se observa la zonificación de la vulnerabilidad a incendios forestales.

Tabla 62. Valoración de la vulnerabilidad incendios forestales para el área de influencia

Clasificación de la vulnerabilidad	Categoría de la amenaza	Superficie (ha)
0 - 0,2	Muy baja	13,02
0,2 - 0,4	Baja	27,14
0,4 - 0,6	Moderada	19,90

Clasificación de la vulnerabilidad	Categoría de la amenaza	Superficie (ha)
0,6 - 0,8	Alta	5,47
0,8 - 1	Muy alta	4,04
Total		69,57

Fuente: Elaboración propia

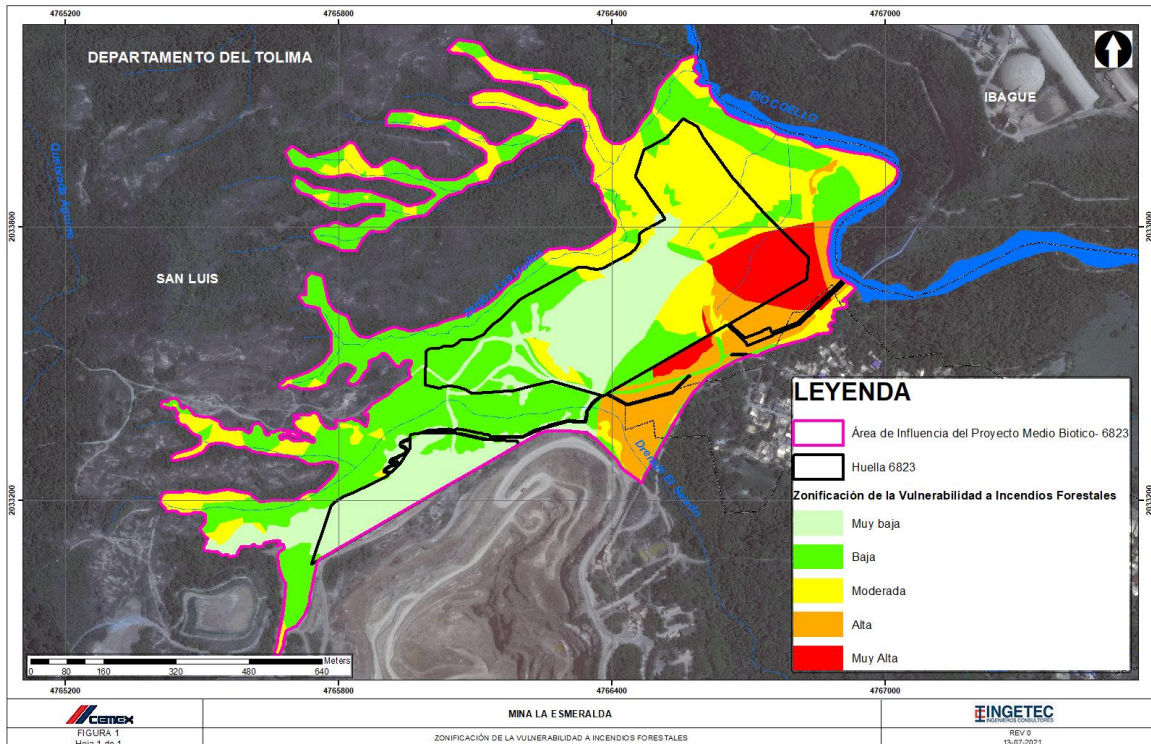


Figura 40. Zonificación de la vulnerabilidad a incendios forestales
Fuente: Elaboración propia

- Zonificación por riesgos a incendios forestales

Estimada la amenaza y la vulnerabilidad a incendios forestales se procede a realizar la evaluación del riesgo en el área de influencia abiótica, obteniéndose que para el área de influencia se presentan en su mayoría por superficies con un riesgo a incendios forestales muy bajo y bajo (53,2%), seguido por superficies con una vulnerabilidad moderada con el 35,8% y una vulnerabilidad alta con el 11%, tal como se puede observar en la Tabla 63. Las áreas con mayor riesgo se asocia con respecto a la ubicación del proyecto, la huella del proyecto se ubica principalmente en superficies con una valoración del riesgo muy baja (Figura 41).

Tabla 63. Valoración de la zonificación del riesgo para el área de influencia

Clasificación del riesgo	Categoría de amenaza	Superficie (ha)
0 - 0,2	Muy baja	13,02
0,2 - 0,4	Baja	24,02

Clasificación del riesgo	Categoría de amenaza	Superficie (ha)
0,4 - 0,6	Moderada	24,92
0,6 - 0,8	Alta	4,98
0,8 - 1	Muy alta	2,64
Total		69,57

Fuente: Elaboración propia

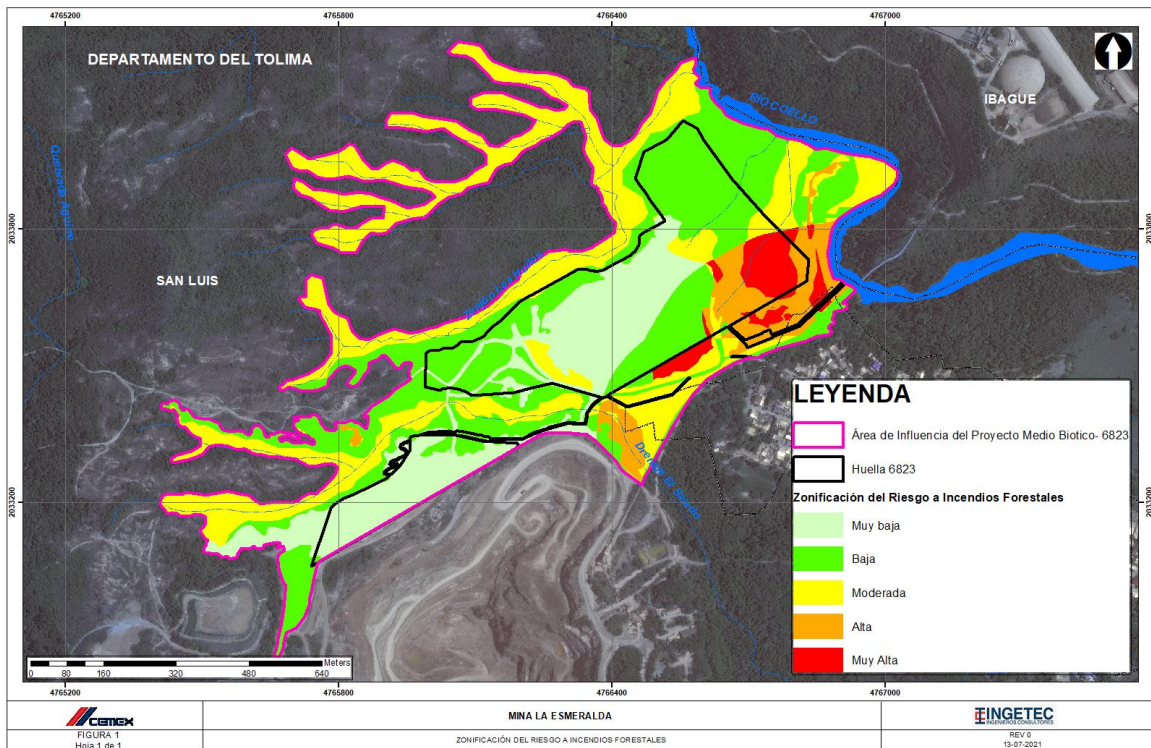


Figura 41. Zonificación del riesgo a incendios forestales

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el análisis de la información anterior y a los criterios de probabilidad por ocurrencia y antecedentes históricos, se considera una frecuencia de amenaza por incendios forestales como **“ocasional”**.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de las amenazas antrópicas de origen socionatural expuestas en el presente numeral.

Tabla 64. Identificación de amenazas antrópicas siconaturales

No	ESCENARIO	AMENAZA		Consecuencias
		Probabilidad (P)		
		Calificación	Escala Cualitativa	
6	Incendios forestales	3	Ocasional	Interrupción de la operación Daño de equipos Posibles fatalidades (personal, contratistas y terceros) Degradación del suelo Disminución temporal de la calidad del aire Pérdida de biodiversidad y recursos boscosos

Fuente: Elaboración propia

- **Identificación de amenazas endógenas (operativas)**

En la Tabla 65 se presentan las amenazas internas generadas al interior de la mina La Esmeralda TM 6823.

Tabla 65. Identificación de amenazas endógenas

Origen	Tipo de Amenaza	Evento Amenazante
Endógenas	Técnico - Operativas	Geotécnico
		Falla en los taludes en la operación minera (zona de explotación) - Procesos en remoción en masa
		Ambiental
		Derrame / incendio por almacenamiento de combustible
		Falla en el sistema de control de emisiones.
		Falla en las actividades de operación y mantenimiento equipos
		Accidentes vehiculares: choque o colisión, volcamiento

Fuente: Elaboración propia

- **Geotécnico**

- ***Falla en los taludes en la operación minera (zona de explotación) - Procesos de remoción en masa***

Dentro del plan de gestión del riesgo (PGR) de la mina Esmeralda se ha identificado un evento de riesgo de índole geotécnico, el cual está relacionado específicamente con temas de estabilidad de taludes. Dicho evento se relaciona con la falla de los taludes en la operación minera en la zona de aprovechamiento de materiales.

De acuerdo con lo que se ha mencionado en secciones anteriores, la metodología usada para evaluar la amenaza de este riesgo se basa desde el punto de vista conceptual en las directrices establecidas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en el documento titulado: "Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera" (ANLA, 2016), según la cual para evaluar la amenaza se debe recurrir a los resultados de los análisis de estabilidad de taludes de tipo determinísticos llevados a cabo para los mecanismos de falla identificados. Sin embargo, se aclara que para el proceso de categorización de la amenaza propiamente dicho se recurrió a los lineamientos establecidos por la DPAE (hoy IDIGER) en su resolución Resolución 227 de 2006, los cuales se consideran más apropiados y acordes a la práctica ingenieril. Dicho esto, en los siguientes párrafos se presentan los detalles de la metodología que permitió el cálculo de las condiciones de amenaza, luego de lo cual se resumen los resultados obtenidos.

Metodología

El evento de riesgo de carácter geotécnico identificado se relaciona con problemas de estabilidad de taludes en suelos y los efectos que eventos extremos asociados a estos como la presencia de un sismo o el incremento del nivel freático pudiesen acarrear. En este punto es importante reiterar que la determinación del nivel de amenaza para este riesgo conforme a la metodología ya descrita, se basa en las actividades de campo ejecutadas históricamente en la zona del proyecto, lo que les permitió establecer el modelo geológico - geotécnico del área de estudio. Fue este modelo y las interpretaciones particulares de la información referente a ensayos de laboratorio y de campo realizado por un tercero, las que llevaron a definir los parámetros geotécnicos requeridos para la realización de los respectivos análisis de estabilidad de taludes detallados en el capítulo 5.1.8 Geotecnia del presente estudio. Una vez se contó con estos análisis de estabilidad se procedió a definir el nivel de amenaza según los criterios ya explicados en el presente documento. Dicho lo anterior, las actividades generales llevadas a cabo para la determinación de los niveles de amenaza por eventos geotécnicos contemplaron:

- ❖ Análisis de las diferentes campañas de exploración geotécnica y los documentos asociados a éstas con sus respectivos ensayos de laboratorio y/o campo llevados a cabo para la determinación de propiedades geotécnicas (principalmente de resistencia). El producto final de esta evaluación lo constituye el modelo geológico - geotécnico de la zona de estudio.
- ❖ Definición de los mecanismos de falla más probables.
- ❖ Evaluación de las condiciones de estabilidad de los taludes siguiendo metodologías de amplia aceptación.
- ❖ Evaluación de la amenaza partiendo de los lineamientos dados en la ANLA (2016) y DPAE (2006) y su equivalencia en la metodología planteada para el presente PGR.

El detalle de cada una de estas actividades se encuentra descrito en el capítulo 5.1.8 Geotecnia, no obstante a continuación se presentan los aspectos más importantes que permitieron la evaluación de la amenaza por el escenario de riesgo aquí considerado.

Caracterización de Materiales

A partir del análisis de los ensayos realizados sobre muestras de suelo en la zona efectuados por las firmas y de la experiencia acumulada a partir de estudios previos (estudios que han sido la base para desarrollar el componente geotécnico de las actividades mineras desarrolladas en la zona). Dicho esto, las propiedades mecánicas de los materiales téreos en la zona de estudio se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 66. Propiedades de los materiales en la zona de estudio.

MATERIAL	DETERMINÍSTICO (Valores Promedio)			Desviaciones estándar(σ) para cada Parámetro			Relativo máximo y mínimo para cada Parámetro (2σ)		
	ϕ' ($^{\circ}$)	c' (kPa)	γ (kN/m ³)	$\sigma_{\phi'}$ ($^{\circ}$)	$\sigma_{c'}$ (kPa)	σ_{γ} (kN/m ³)	Rel máx- mín ϕ' ($^{\circ}$)	Rel máx- mín c' (kPa)	Rel máx- mín γ (kN/m ³)
Estéril Escombrera Superior	34	20	17	1,7	4,0	0,5	3,4	8,0	1,0
Abanico de Ibagué (Arena puzolánica)	38	60	17	1,9	12,0	0,5	3,8	24,0	1,0
Depósito aluvial	30	15	20	1,5	3,0	0,6	3,0	6,0	1,2
Rocas Formación Luisa	40	288	25	2,0	57,6	0,8	4,0	115,2	1,5
Rocas Formación Honda	47	600	26	2,4	120,0	0,8	4,7	240,0	1,6
Rocas Formación Saldaña	38	525	26	1,9	105,0	0,8	3,8	210,0	1,6
Caliza Formación Payandé	42	1255	26	2,1	251,0	0,8	4,2	502,0	1,6
Caliche	38	152	25	1,9	30,4	0,8	3,8	60,8	1,5

Fuente: Elaboración propia

Mecanismos de falla contemplados

De acuerdo con los materiales involucrados dentro de los análisis, la experiencia adquirida en trabajos previos y las condiciones del área de estudio, se identificó que el mecanismo predominante corresponde a la falla general por corte, la cual se puede representar para fines prácticos mediante una superficie curva de tipo circular, o por cuña asociada a la geología estructural de cada uno de los macizos rocosos. Los detalles de estas superficies de falla consideradas se presentan en el capítulo 5.1.8 Geotecnia del presente estudio.

Análisis de estabilidad de taludes - Falla general por Corte.

La evaluación de estabilidad se llevó a cabo para las condiciones más críticas de la secuencia minera correspondientes a aquellas en las que se alcanzan los taludes de mayor altura, es decir, la mayor profundidad de excavación en el pit. Para tal fin se definieron las secciones de análisis presentadas en la siguiente figura.

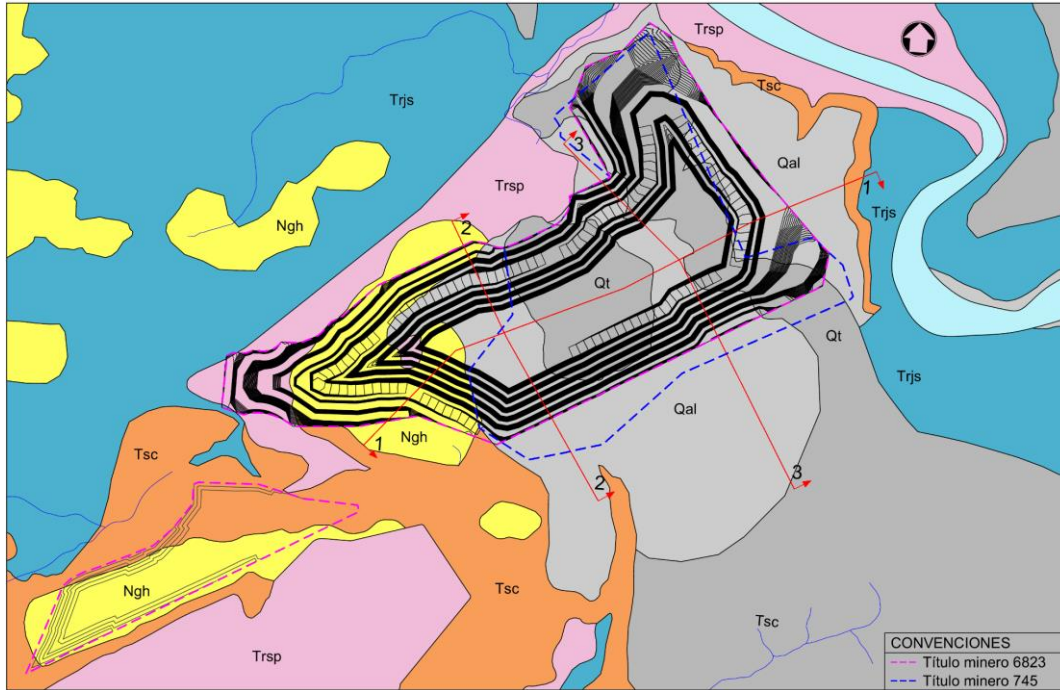


Figura 42. Localización de las secciones geotécnicas de análisis TM 6823.
Fuente: Elaboración propia

- La condición de estabilidad de los taludes se evalúa para tres escenarios: en condiciones normales (estática), para una condición extrema de agua y para una condición extrema de sismo (pseudostática).
- Las condiciones de agua subsuperficial fueron modeladas de acuerdo con la información recopilada de la instrumentación actualmente instalada en la zona y de lo identificado en las perforaciones efectuadas en la zona.

Resultados análisis de estabilidad falla general por corte

A partir de las consideraciones antes mencionadas en términos de mecanismos de falla y de acuerdo con los análisis llevados a cabo, en la siguiente tabla se presentan los resultados de la evaluación de estabilidad. Se aclara que en la mencionada tabla se incluyen los valores críticos de factor de seguridad (FS).

Tabla 67. Resultados de los análisis de estabilidad. Mecanismos de falla general por corte. Factores de Seguridad y probabilidad de falla

Sección	FS estático / Prob. de falla (%)		FS aguamax. / Prob. de falla (%)		FS pseudoestático / Prob. de falla (%)	
1-1	3,54	≤ 0,01	3,13	≤ 0,01	2,50	≤ 0,01
2-2	2,68	≤ 0,01	2,37	0,02	2,12	≤ 0,01
3-3	1,37	≤ 0,01	1,24	0,36	1,01	42,15

Nota: Cada una de las secciones previamente analizadas fue evaluada para las dos caras expuestas. Si bien en esta tabla se presentan los factores de seguridad inferiores y su valor asociado de probabilidad de falla, el CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.033 se presenta el resumen de todos los resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración Propia

A modo de evidencia gráfica, en las siguientes Figuras se presentan los análisis de estabilidad en condición estática efectuados.

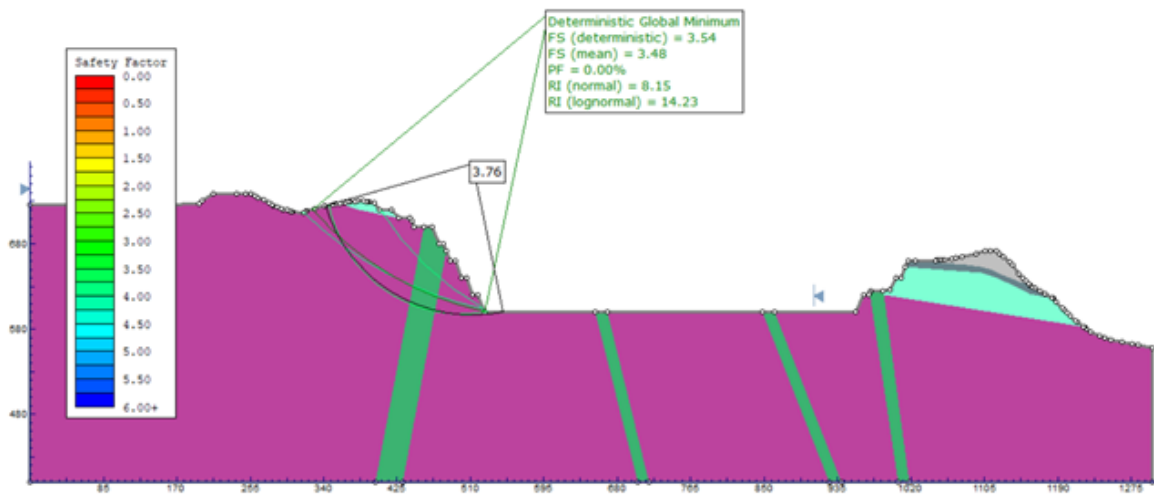


Figura 43. Sección 1 talud final explotación Titulo Minero 6823.

Fuente: Elaboración propia

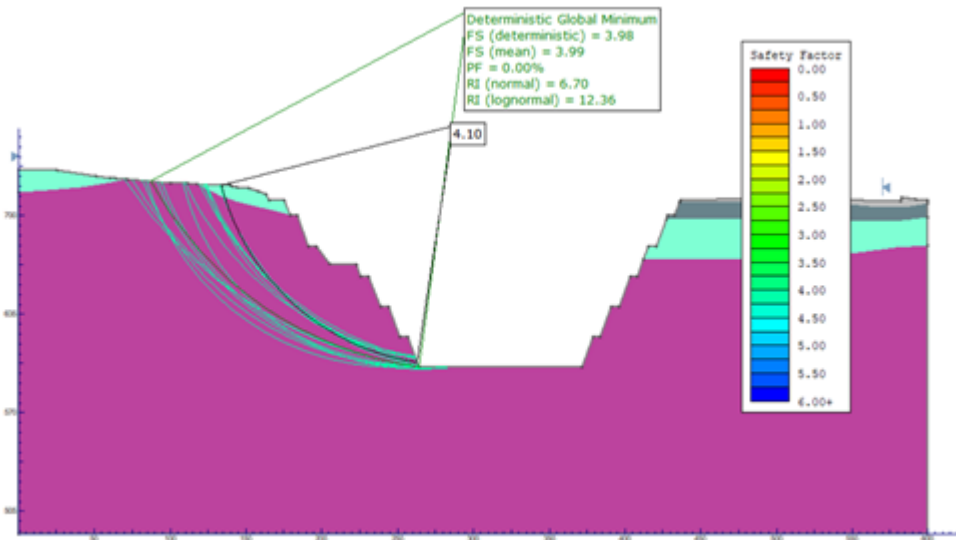


Figura 44. Sección 2 talud final explotación Título Minero 6823.

Fuente: Elaboración propia

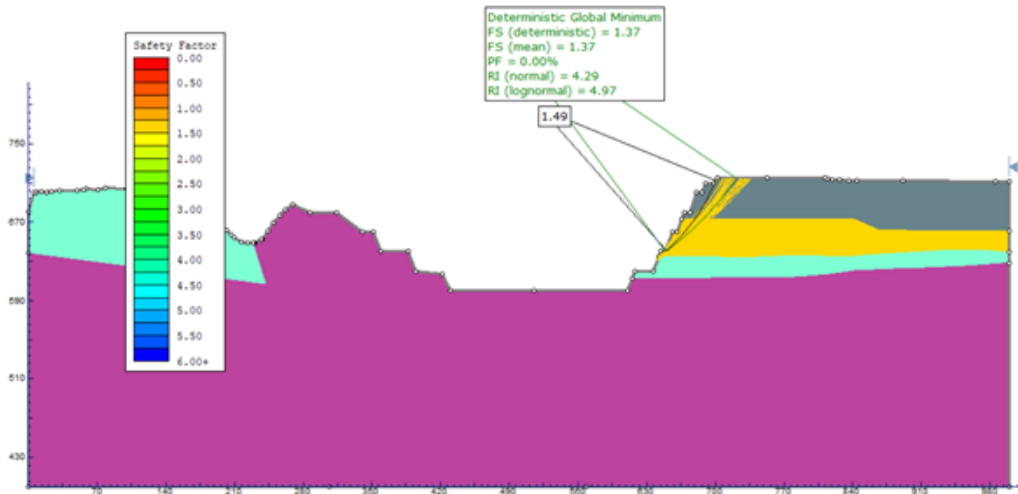


Figura 45. Sección 3 talud final explotación Título Minero 6823.

Fuente: Elaboración propia

Análisis de estabilidad de taludes - Caída cuñas

Al igual que para la sección anterior, la evaluación de estabilidad se llevó a cabo para las condiciones más críticas de la secuencia minera correspondientes a la mayor profundidad de excavación en el pit. Para tal fin se definieron las secciones de análisis presentadas en la siguiente figura.

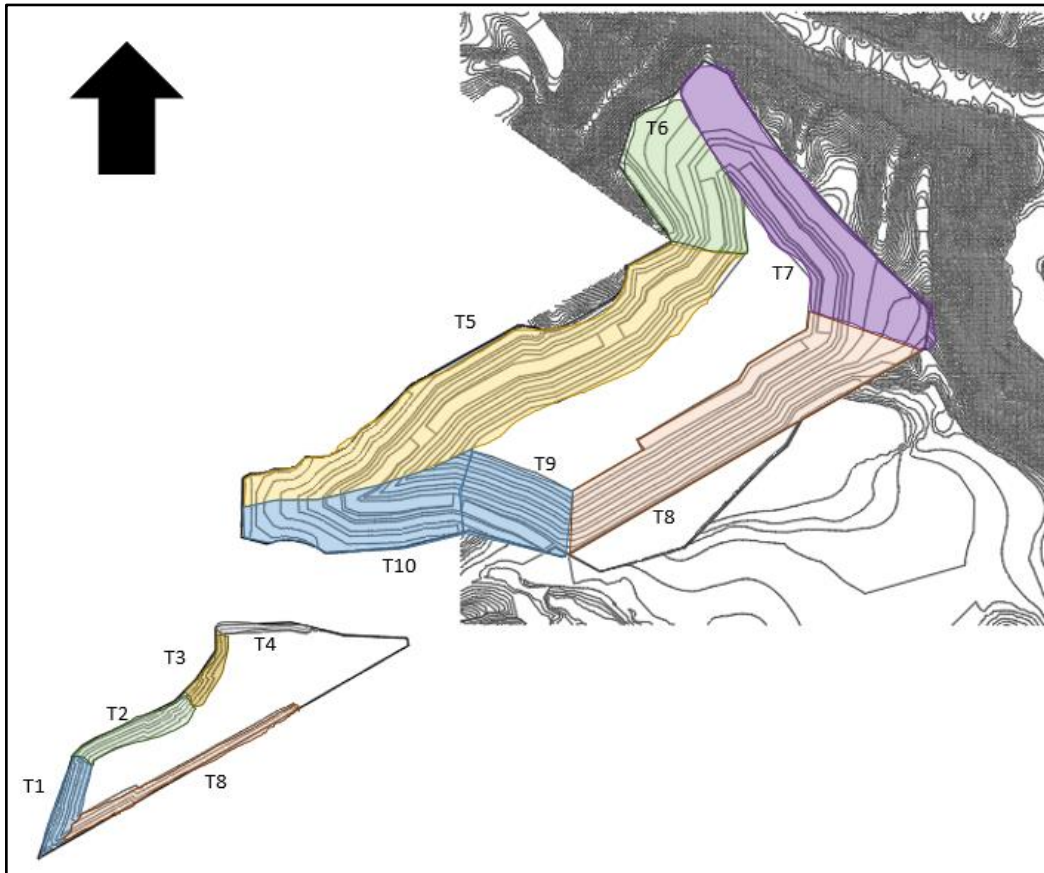


Figura 46. Localización de taludes de análisis TM 6823.
Fuente: Elaboración propia

Resultados análisis de estabilidad falla cuñas

Al igual que para los tres escenarios descritos previamente, en la siguiente tabla se presentan los resultados de la evaluación de estabilidad para caída de bloques. Se aclara que en la mencionada tabla se incluyen los valores críticos de factor de seguridad (FS).

Tabla 68. Resultados de los análisis de estabilidad. Mecanismos de falla caída de bloques. Factores de Seguridad y probabilidad de falla

Talud	Buzamiento / Dirección Buzamiento	Mecanismo de falla	Familia (s)	FS estático / Prob. de falla (%)		FS aguamax. / Prob. de falla (%)		FS pseudoestático / Prob. de falla (%)	
				FS	Prob. (%)	FS	Prob. (%)	FS	Prob. (%)
T1	70 / 108	Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1
		Cuña	E/D1	1,47	≤ 0,01	1,45	≤ 0,01	1,00	50,4
T2	70 / 154	Cuña	E/D2	1,52	≤ 0,01	1,49	≤ 0,01	1,03	35,2
		Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Talud	Buzamiento / Dirección Buzamiento	Mecanismo de falla	Familia (s)	FS estático / Prob. de falla (%)		FS aguamax. / Prob. de falla (%)		FS pseudoestático / Prob. de falla (%)	
				FS	Prob. de falla (%)	FS	Prob. de falla (%)	FS	Prob. de falla (%)
T3	70 / 125	Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1
		Cuña	E/D2	1,52	≤ 0,01	1,50	≤ 0,01	1,03	35,2
		Cuña	E/D1	1,45	≤ 0,01	1,43	≤ 0,01	1,00	50,4
T4	70 / 178	Cuña	E/D2	1,52	≤ 0,01	1,49	≤ 0,01	1,03	35,2
		Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1
T5	70 / 152	Cuña	E/D2	1,52	≤ 0,01	1,49	≤ 0,01	1,03	35,2
		Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1
T6	70 / 56	Cuña	E/D1	1,47	≤ 0,01	1,44	≤ 0,01	1,00	50,4
		Planar	E	1,45	≤ 0,01	1,41	≤ 0,01	1,05	25,1

Nota: Para el talud 8 se realiza la extracción de las cuñas susceptibles a caer
Fuente: Elaboración Propia

A partir de lo anterior, se puede establecer que para la condición estática y de aguas máximas con un contenido del 30 % de agua en las discontinuidades no existe probabilidades de que se genere una inestabilidad asociada a caídas de bloques. Por lo anterior, considerando la ocurrencia de un sismo con un periodo de resto de 475 años la probabilidad de falla asociado a caída de bloques en condición pseudoestática para el periodo de análisis es inferior a 5,0 %.

El tamaño máximo de las cuñas susceptibles a caer sobre el talud 8 (70 / 330) es de 9,61 m³ considerando las familias de discontinuidades D1 y D4 de la Formación Payandé. Considerando esta condición de inestabilidad sobre el talud 8, se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el efecto del buzamiento del talud en la formación de la cuña susceptible a caer. En caso de tener un buzamiento de 69° el tamaño máximo de cuña se reduce a 4,32 m³, si la pendiente es de 68° el tamaño máximo es de 1,09 m³, mientras que si el buzamiento del talud es de 67° no se forman cuñas susceptibles a caer.

Por lo anterior, se considera pertinente durante la etapa de operación, evaluar de manera detallada la geología estructural del talud 8 con el fin de establecer con mayor precisión si es necesario o no tender el buzamiento del talud entre bermas a 67°.

Evaluación de la Amenaza – Falla en taludes de la operación minera, zona de explotación

Para la sectorización por amenaza se consideran los siguientes aspectos:

- La sectorización se basa en los resultados de los análisis de estabilidad presentados en la Tabla 67 y Tabla 68 y en la categorización definida en la Tabla 29 y Tabla 30.
- Las secciones evaluadas son de carácter puntual pero se consideran representativas de las condiciones de estabilidad de los taludes analizados.
- Los análisis efectuados se llevaron a cabo para las condiciones críticas de los trabajos a efectuar. Esto significa que las condiciones de amenaza analizadas se efectúan para un momento determinado de los trabajos que se considera crítico. En este caso corresponderá a la condición sin proyecto y considerando la condición de cierre.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Dicho lo anterior, en la Tabla 69 se presenta la clasificación de amenaza siguiendo los criterios establecidos por la DPAE (2006) para el mecanismo de falla general por corte. Por su parte, en la Tabla 70 se muestran estos mismos resultados pero en su equivalente conforme a la metodología adoptada para el presente estudio.

Tabla 69. Estimación de la Amenaza por inestabilidad de taludes en la zona de estudio según metodología DPAE (2006).

Zona	Talud	FS y Nivel de Amenaza					
		Condición Normal	Amenaza	Condición Extrema - Aguasmax	Amenaza	Condición Extrema - Sismo	Amenaza
Zona Extracción	T1	1,45	Media	1,41	Baja	1,00	Media
	T2	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T3	1,45	Media	1,43	Baja	1,00	Media
	T4	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T5	1,45	Media	1,41	Baja	1,03	Media
	T6	1,45	Media	1,41	Baja	1,00	Media
	T7	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja
	T8	1,37 (*)	Media	1,24(*)	Media	1,01(*)	Media
	T9	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja
	T10	>2,00	Baja	>2,00	Baja	>2,00	Baja

Por lo anterior, se considera pertinente durante la etapa de operación, evaluar de manera detallada la geología estructural del talud 8 con el fin de establecer con mayor precisión si es necesario o no tender el buzamiento del talud entre bermas a 67 °.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 70. Estimación de la Amenaza por inestabilidad de taludes en la zona de estudio según la metodología establecida en este informe.

Zona	Talud	FS y Nivel de Riego					
		Condición Normal	Riesgo	Condición Extrema - Aguasmax	Riesgo	Condición Extrema - Sismo	Riesgo
Zona Extracción	T1	1,45	Ocasional	1,41	Remota	1,00	Ocasional
	T2	1,45	Ocasional	1,41	Remota	1,03	Ocasional
	T3	1,45	Ocasional	1,43	Remota	1,00	Ocasional
	T4	1,45	Ocasional	1,41	Remota	1,03	Ocasional
	T5	1,45	Ocasional	1,41	Remota	1,03	Ocasional
	T6	1,45	Ocasional	1,41	Remota	1,00	Ocasional
	T7	>2,00	Remota	>2,00	Remota	>2,00	Remota
	T8	1,37 (*)	Ocasional	1,24(*)	Ocasional	1,01(*)	Ocasional
	T9	>2,00	Remota	>2,00	Remota	>2,00	Remota
	T10	>2,00	Remota	>2,00	Remota	>2,00	Remota

Nota (*): Los factores de seguridad incluidos en el talud 8 tienen en cuenta el resultado obtenido mediante el mecanismo de falla por corte global. Adicionalmente considera retirar las cuñas susceptibles a caer

Fuente: Elaboración Propia.

De los análisis efectuados para el evento de riesgo relacionado de los taludes en excavaciones, se deduce que para el caso estático la gran mayoría de los taludes asociada a la extracción del título 6823 presentan una amenaza catalogada como "OCASIONAL" con la excepción del talud 7, 9 y 10, en donde se obtiene un factor de seguridad que desde el punto de vista estrictamente numérico se catalogaría como amenaza "REMOTA".

En lo que respecta a los escenarios catalogados como "extraordinarios", la evaluación de las excavaciones a llevarse a cabo indican que para el escenario correspondiente al ascenso del nivel freático en prácticamente todos los análisis el FS obtenido es mayor a 1,30, lo cual indica que el nivel de amenaza es bajo o "REMOTO" para esta condición, salvo por el talud 8, donde se alcanza un nivel de amenaza medio u "OCASIONAL". Por su parte, para el escenario en el que se considera la fuerza ejercida por un sismo, la mayoría de los taludes se encuentran en amenaza media u "OCASIONAL" mientras que los demás taludes 7,8 y 10 presentan un menor nivel de amenaza.

En este punto es importante mencionar que el talud más importante, desde el punto de vista de estabilidad y riesgos asociados, corresponde a aquel localizado hacia el este de la excavación, correspondiente al Talud 8. Para este talud se

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

obtienen niveles de amenaza medios tanto para condiciones “normales” como para el caso extremo en el que se incrementa el nivel freático y cuando se analiza las condiciones de sismo. Por lo anterior, se recomienda reducir este talud a una inclinación de 67°, adicional al inclinómetro que permitirá evidenciar la existencia de algún posible movimiento en la zona.

Dicho lo anterior y con el fin de efectuar un análisis dentro del escenario más conservador, para efectos del cálculo del riesgo asociado a deslizamientos en la zona de explotación, se ha adoptado los valores de amenaza dados por la condición extrema correspondiente al escenario en el que se presenta un sismo que coincide con el momento en el que se tienen la máxima altura de taludes.

A continuación se presentan las figuras de amenaza en el área de influencia para la condición de estabilidad de taludes asociadas a la explotación minera considerando la no existencia (sin proyecto) y la existencia del proyecto (con proyecto). Cabe la pena resaltar que los mapas de amenaza presentados a continuación hacen referencia únicamente a la estabilidad asociada al secuenciamiento minero y que cualquier tipo de posible inestabilidad en el área de influencia independiente a la excavación a cielo abierto, se presenta en el mapa de susceptibilidad de procesos de remoción en masa.

Los resultados gráficos de la evaluación de la AMENAZA para el escenario de riesgo relacionado con la falla en los taludes de excavación (procesos remoción en masa). La primera figura presenta la Amenaza en el Área de Influencia para la condición estática en el escenario actual, mientras que la segunda figura lo presenta para la condición pseudoestática en el escenario de cierre (20 años). Lo anterior, teniendo en cuenta que cada una de ellas corresponde a las condiciones de mayor grado de amenaza en función del tiempo de exposición para cada uno de los escenarios.

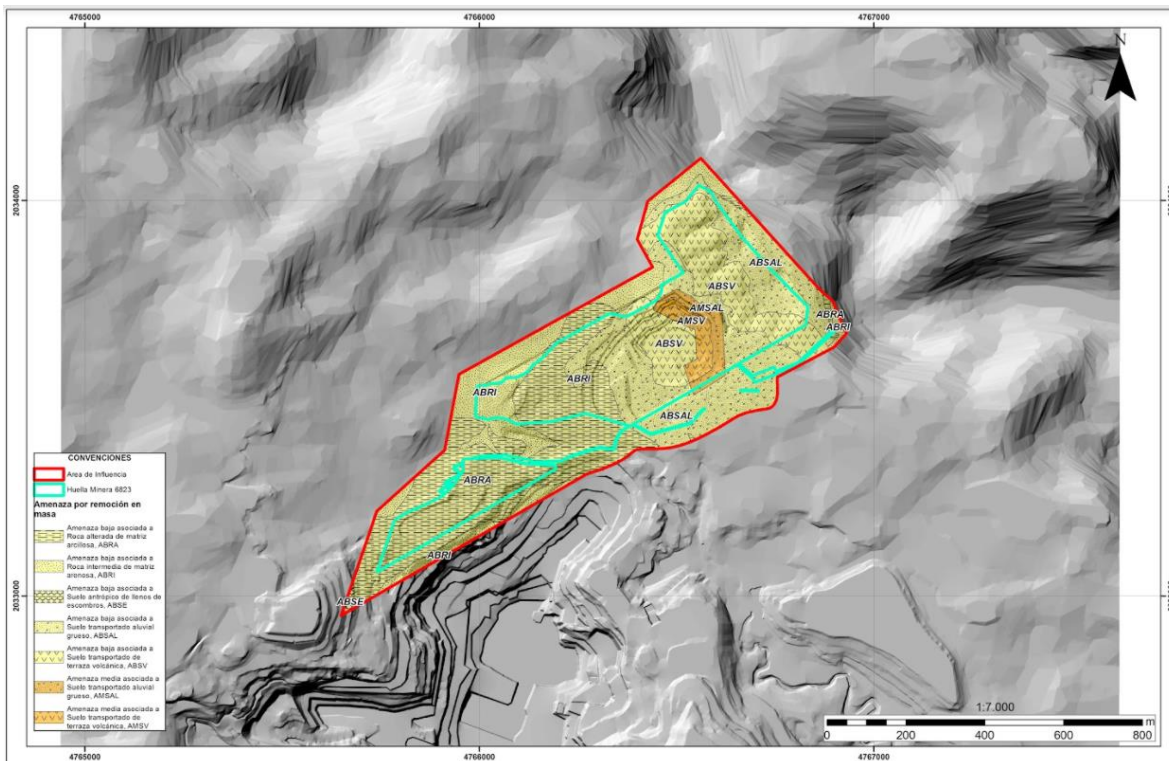


Figura 47. Evaluación de la Amenaza por estabilidad de taludes (Procesos remoción en masa) - Escenario actual. Condición estática.

Fuente: Elaboración Propia

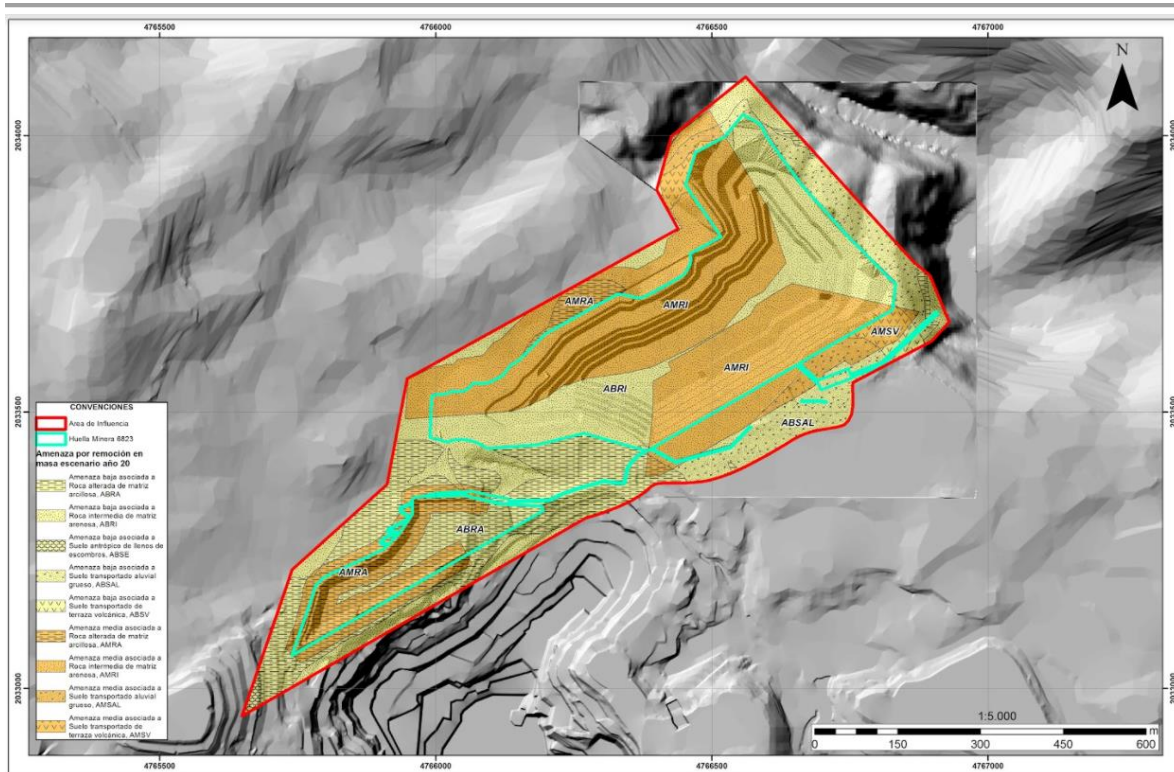


Figura 48. Evaluación de la Amenaza por estabilidad de taludes (Procesos remoción en masa) - Escenario cierre (20 años). Condición extrema por sismo.

Fuente: Elaboración Propia

Ambientales

- **Derrames e incendio por almacenamiento de combustible**

Un evento amenazante, se define como el suceso potencial tras el desarrollo de un evento iniciante. Es decir, un evento amenazante se presenta luego que un evento iniciante entra en contacto con una fuente de ignición. Las características y consecuencias para cada evento amenazante dependen de las condiciones en que se presente el evento iniciante. Los escenarios identificados están relacionados con la pérdida de contención de los productos inflamables, ya sea por rotura catastrófica, emisión de duración fija o emisión de duración continua por orificio con diámetro efectivo de 10 mm.

La amenaza por derrame de ACPM en la mina La Esmeralda, concesión minera 6823 está asociada al Tanque de almacenamiento de ACPM TK-13.011, el cual presenta una capacidad de 12080 gal. A continuación, se establecen las características generales del tanque de almacenamiento de combustible:

- Número del tanque: TK-13.011
- Capacidad del tanque: 12.080 gal
- Fecha de fabricación: 14 de marzo 2014
- Calidad de lamina y espesor: ASTM A-36 de 4.5 mm
- Pruebas realizadas y normas: Neumáticas: Apendice J. API 650
Parágrafo: J.4.1.2. A 5 PSI
- Soldaduras y normas: 6010 y 7024, norma: AWS A5.1. ICONTEC 2191, ASME SFA 5.
- Pintura: Dos (2) capas de pintura anticorrosiva, dos (2) capas de esmalte

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

- Propietario: TERPEL
- Fabricante: FANALTANQUES LTDA

La identificación de los sucesos finales que pueden tener lugar después de que se presenta el iniciador en un derrame de combustible, se debe identificar utilizando los árboles de eventos o sucesos. Dichos árboles permiten ver el comportamiento de la sustancia tras la descarga teniendo en cuenta los sucesos intermedios que condicionan la evolución del iniciador hasta el suceso final. Los árboles de sucesos a emplear dependiendo del tipo de descarga (el cual está relacionado directamente con el iniciador) son los que se presentan en la Figura 49 y Figura 50. Todos los valores numéricos utilizados por SAFETI se indican en el Anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.005 del presente informe.

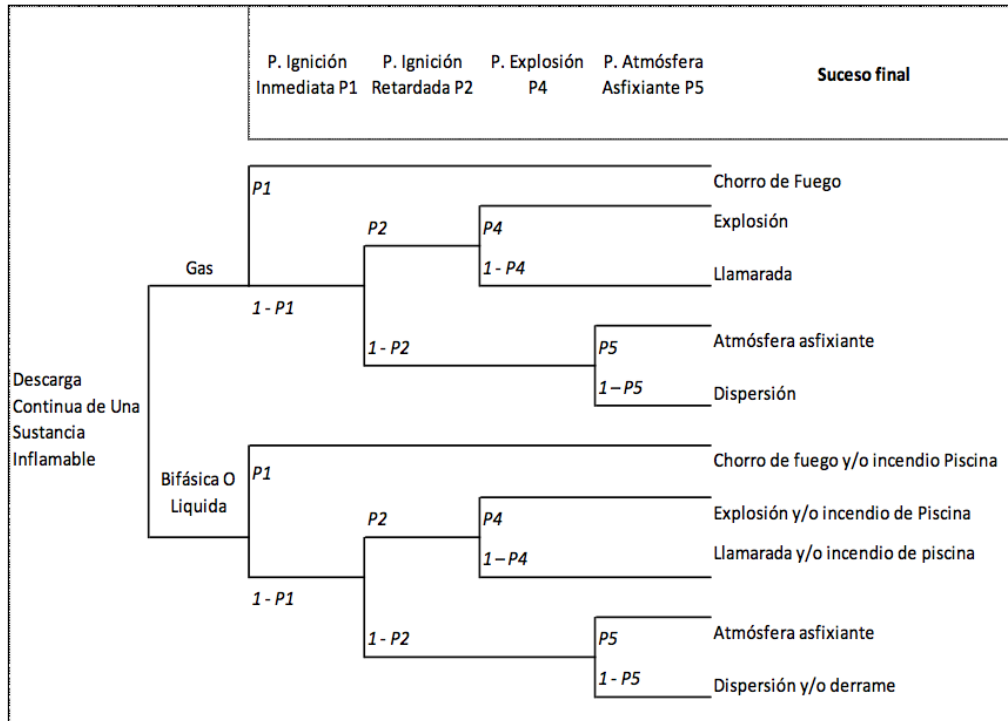


Figura 49. Árbol de sucesos para una descarga continua
Fuente: ART, 2021

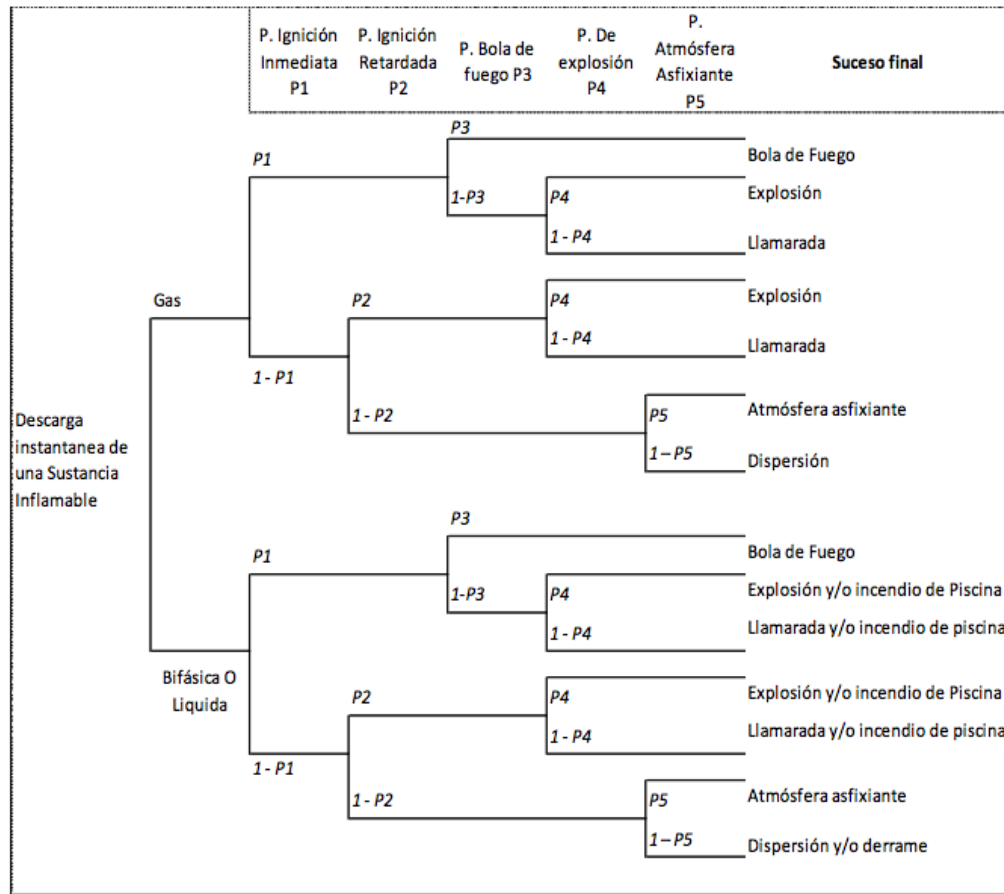


Figura 50. Árbol de sucesos para una descarga instantánea
Fuente: ART, 2021

Esta sustancia liberada, al encontrar fuentes de ignición puede desarrollar los siguientes eventos amenazantes:

- Incendio de la Piscina de Producto (Pool Fire):

Como consecuencia de un derrame, fuga o escape de líquidos inflamables o combustibles se forma una piscina de líquido cuya extensión dependerá de la geometría y naturaleza del suelo. Por evaporación se generan gases inflamables que en contacto con una fuente de calor generan incendio en la superficie de la piscina de producto. Al incendiarse se producen llamas cuya magnitud depende principalmente del diámetro de la piscina y del calor de combustión.

Las principales medidas para el control y extinción de este evento son el confinamiento del derrame y la aplicación de espuma, ya sea con cámaras de espuma, rociadores de agua-espuma o hidrantes monitores de espuma.

- Chorro de Fuego (Jet-Fire):

La aparición de una pequeña fisura en las paredes del tanque trae como consecuencia la descarga del producto contenido formando un chorro a presión. Si durante la descarga este chorro entra en contacto con una fuente de ignición el resultado será la formación de un incendio en forma de chorro o "Jet Fire".

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Las principales medidas para el control de este evento serán, disminuir la presión de la fuga y cerrar el paso de alimentación de producto. La materialización de un chorro de fuego puede afectar grandes áreas, sin embargo las medidas de control son más sencillas que para incendios del tipo piscina.

Como consecuencia secundaria de este evento, podría presentarse un derrame de producto y posterior incendio del mismo, generando una piscina de fuego.

Se realizó el análisis de impacto por riesgo tecnológico (incendios) para las instalaciones de la mina La Esmeralda. Sin embargo, se hace énfasis en que esta área auxiliar corresponde a las instaladas en el título 4205, entre éstas, el tanque de almacenamiento de combustible. Sin embargo, se aclara que no hacen parte del licenciamiento de este estudio.

A continuación se resumen las condiciones climáticas para la mina La Esmeralda, en el municipio de San Luis.

Tabla 71. Condiciones Climáticas San Luís - Tolima

CONDICIONES METEOROLÓGICAS	VALOR
Temperatura	22 - 32 °C
Humedad Relativa	80-95 %
Velocidad del viento máxima	1.6 m/s

Fuente: Elaboración propia

Los escenarios base para este informe son los equipos de procesos o de almacenamiento que puedan generar daño potencial a la infraestructura, a los demás equipos, a las personas o al medio ambiente. Ver Tabla 72.

Tabla 72. Identificación de áreas y equipos Mina La Esmeralda

ITEM	UBICACIÓN	PRODUCTO	CAPACIDAD	TEMPERATURA (°C)	PRESIÓN (psi)
1	Tanque TK-13.011	ACPM	12080 gal	Ambiente	Atmosférica

Fuente: Elaboración propia









Determinación de los corredores de protección y afectación:

El modelamiento de consecuencias de los eventos amenazantes por efectos inflamables, se realiza con el software **SAFETY versión 8.22** propiedad de DNV Technica y licencia corporativa de ART GIR S.A.S.

Para el modelamiento con SAFETY 8.22 se consideró la máxima carga en los escenarios del Proyecto MINA LA ESMERALDA. También se simuló bajo parámetros en los cuales los sistemas de contingencia no actúan. Es importante tener en cuenta los gráficos presentes en las fichas anexas ya que ellas proporcionan una idea global de los efectos de los eventos catastróficos sobre el sistema.

Los corredores de afectación y protección son medidos a partir del punto de fuga del elemento considerado en el escenario y en dirección del viento, y serán empleados posteriormente, en la evaluación del posible daño causado. La Tabla 74 presenta los corredores calculados para los eventos que involucren la generación de radiación térmica, la Tabla 71 presenta los corredores calculados para los eventos que involucren la generación de sobrepresión. En el anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.003, se presenta un resumen gráfico de los principales eventos evaluados en la Mina La Esmeralda.

Tabla 73. Corredores de afectación y protección por incendio y llamarada mina La Esmeralda

RADIACIÓN TÉRMICA Y LLAMARADA		ANOTACIONES:
	(< 1.6) Zona Segura.	- NA: No se alcanza estos niveles de radiación térmica.
	(1.6 –5) Permite realizar acciones de control cortas.	- D/L: Diámetro de piscina o Longitud del Chorro.
	(5 – 7.5) Quemaduras de 1° por corta exposición.	- Para efectos de atención a cualquier emergencia se aconseja tomar en cuenta las distancias dadas por la afectación cuyo intervalo de radiación es de (1.6 a 5 KW/m²).
	(7.5 – 9.5) Intensidad suficiente que permite alejarse.	- Los corredores para tanques de almacenamiento son medidos a partir del centro del tanque.
	(> 25) Probabilidad de muerte del 90%.	- Cuando las distancias por radiación térmica se repiten es porque en esa zona hay presencia de llama, la cual involucra todos los niveles de radiación.
	(> 37.5) Deterioro total de equipos.	- Se considera zona segura (Z.S), la distancia en la cual se espera que la nube no presente ignición.
	Zona de ignición de nube inflamable. (L.I.I)	
	Zona segura por ignición de nubes inflamables.	

Fuente: ART, 2021

Tabla 74. Corredores de afectación y protección por incendio y llamarada

EVENTO	DISTANCIAS SEGÚN NIVELES DE RADIACIÓN TÉRMICA (KW/m²)								
	RADIO (en metros)								
	Evento	D/L	1.6	5.0	9.5	12.5	37.5	L.I.I	Z.S
Rotura catastrófica del tanque de ACPM TK-13.011	POOL FIRE	35,01	92,43	49,95	37,01	33,16	24,12	6,87	8,88
Emisión de duración fija en tanque de ACPM TK-13.011	JET FIRE	11,06	27,79	18,71	15,77	14,72	12,29	7,08	8,40
Emisión de duración fija en tanque de ACPM TK-13.011	POOL FIRE	31,98	91,38	51,25	38,91	35,22	26,57	NA	NA
Emisión de duración continua con diámetro efectivo de 10 mm en tanque de ACPM TK-13.011	JET FIRE	1,81	3,63	2,07	NA	NA	NA	NA	NA
Emisión de duración continua con diámetro efectivo de 10 mm en tanque de ACPM TK-13.011	POOL FIRE	2,60	25,94	15,68	12,54	11,33	6,22	NA	NA

Fuente: ART, 2021

Tabla 75. Corredores de afectación por explosión

EVENTO	NIVELES DE SOBREPRESIÓN			
	0.4 PSI	2PSI	3PSI	10PSI
Emisión de duración fija en tanque de ACPM TK-13.011	13,28	10,82	10,62	10,31

Fuente: ART, 2021



Figura 51. Riesgo Individual Mina La Esmeralda
Fuente: ART, 2021

Teniendo en consideración que todas las áreas de la mina están en zonas de riesgo ampliamente aceptables menor a 1×10^{-7} fatalidades por año, adicionalmente, no se tienen propiedades de terceros adyacentes a la Mina afectadas por riesgo tecnológico, el riesgo social intrínseco a la operación de la mina está en niveles ampliamente aceptables y las medidas de protección prospectivas ya tomadas por parte de CEMEX S.A., se considera una probabilidad de amenaza **“Remota”**.

- **Fallas en los sistemas de control de emisiones**

En Colombia, el contaminante monitoreado de mayor interés dado sus efectos nocivos sobre la salud humana es el Material Particulado (PM) en sus diferentes fracciones, este a su vez coincide entre los contaminantes más relevantes en proyectos de minería, por lo tanto, el análisis de esta amenaza se enfoca en la modelación del escenario crítico (operación del proyecto sin medidas de manejo) y en evaluar las fracciones de Material Particulado con diámetro aerodinámico inferior a $10 \mu\text{m}$ (PM10) y $2.5 \mu\text{m}$ (PM2.5).

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Se toma como referencia el escenario B del modelo de calidad del aire para la operación del proyecto, desarrollado en el Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.038, correspondiente al informe del Modelo de Calidad del Aire del Proyecto.

La normatividad ambiental vigente en tema de calidad del aire en el país es la Resolución 2254 de 2017, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Ésta establece los límites máximos permisibles de cada contaminante criterio, bajo diferentes periodos de exposición. Los contaminantes criterios son los estandarizados para evaluar la calidad del aire en el territorio nacional, los cuales son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM_{2.5}). En la siguiente tabla se presentan los límites máximos normativos establecidos:

Tabla 76. Marco normativo niveles de inmisión territorio nacional

CONTAMINANTE	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (ug/m ³)	PERÍODO EXPOSICIÓN
PM ₁₀	50	Anual
	75	24 h
PM _{2.5}	25	Anual
	37	24 h
SO ₂	50	24 h
	100	1 h
NO ₂	60	Anual
	200	1 h
CO	5000	8 h
	35.000	1 h
O ₃	100	8 h

Fuente: Resolución 2254 de 2017 del MADS.

Fuente: Elaboración propia

El parámetro **O₃** no fue evaluado, debido a que este contaminante es un contaminante secundario y su origen procede de reacciones con otros contaminantes, por lo tanto, estimar su emisión y dispersión requiere de modelos complejos fotoquímicos, fuera del alcance del presente estudio.

El programa utilizado para la modelación fue AERMOD, este es un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos de estado estacionario, en el cual, las concentraciones en todas las distancias durante las simulaciones son gobernadas por un promedio meteorológico en una resolución horaria y el comportamiento de la pluma obedece una distribución gaussiana en la vertical y horizontal. El modelo realiza los cálculos con base en las características del terreno y datos meteorológicos en superficie y perfil. Incorpora aspectos avanzados de modelación y algoritmos de dispersión basados en conceptos de escalamiento y estructura de la turbulencia de la capa límite planetaria, el tratamiento de fuentes de tipo puntuales, de área, de volumen y lineales: el manejo de terreno simple, elevado y complejo, distribución de coberturas y usos del suelo y la presencia de edificios u obstáculos cerca de las fuentes de emisión.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Debido a que el proyecto ya concluyó su fase de construcción, la etapa de interés para el modelo de dispersión corresponde a la etapa operativa, la cual integra una secuencia minera, picos de explotación de caliza y de estéril. Vale resaltar que el alcance del licenciamiento del Título Minero 6823 comprende sólo las actividades anteriormente señaladas; los procesos operativos complementarios asociados, como la operación de la planta de cemento Caracolito y la explotación minera del título 745 o 4205 contemplan su propia licencia ambiental y no hacen parte del alcance de la modelación del presente informe.

- Calidad del aire y concentraciones de fondo

En la fase de caracterización del medio abiótico del proyecto, se realizó la campaña de monitoreo de calidad del aire para determinar las concentraciones de contaminantes atmosféricos en diferentes periodos de exposición. En la Tabla 77 se resumen los resultados de las estaciones y en la Figura 7 se ilustra su localización.

Tabla 77. Resumen resultados caracterización calidad del aire

Estación	Coordenadas Sistema Magna Sirgas Origen Central		PM10		PM2.5	
	X	Y	24 h	Anual	24 h	Anual
CA1	886479	967254	39,07	16,04	18,95	7,67
CA2	886714	966885	33,9	20,89	9,04	6,43
CA3	887062	966301	30,23	17,6	11,48	7,73

Fuente: Elaboración propia

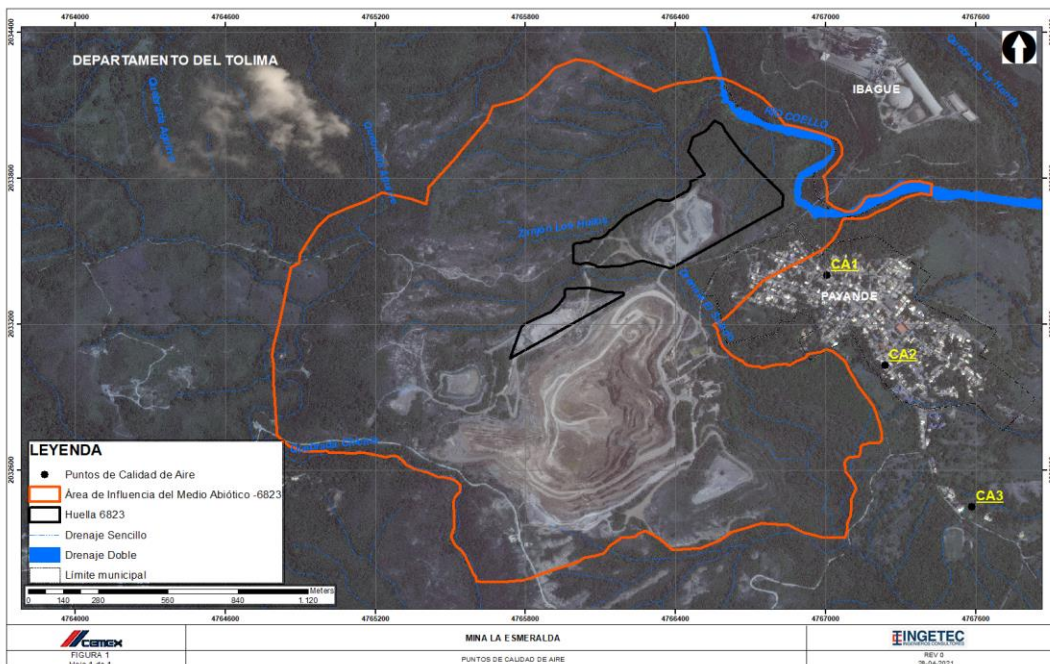


Figura 52. Localización estaciones de monitoreo calidad del aire

Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

De acuerdo con los resultados de la campaña de monitoreo, se determinaron las concentraciones de fondo de cada contaminante, siendo estas la concentración base promedio en un periodo de análisis. Solo se monitoreó material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), por lo tanto, las concentraciones de fondo sólo pueden ser aplicadas a estos contaminantes a un periodo de exposición anual. Cabe resaltar que las concentraciones de fondo establecidas son solo indicativas de la calidad del aire del área de estudio, debido a que la campaña de monitoreo se realizó durante 18 días y no durante un año (o el 75% equivalente).

Las concentraciones de fondo calculadas son las siguientes:

- PM₁₀: 18,17 ug/m³
- PM_{2.5}: 7,27 ug/m³
- Inventario de emisiones

Para el inventario de emisiones, las fuentes se clasificaron de acuerdo con su tipología de emisión: puntuales, dispersas o lineales. En el caso del Título 6823, no aplican fuentes puntuales, ya que no contempla ductos o chimeneas bajo su licencia ambiental. Las fuentes dispersas corresponden a los espacios fijos donde se realizan diversas actividades que generan emisiones, usualmente están asociadas a manejo de materiales, operación de maquinaria y erosión eólica. Por otro lado, las fuentes lineales son los trayectos o rutas que utiliza el proyecto para el acarreo de materiales, movilización de personal o flujo de maquinaria. En la Tabla 78 y Tabla 79 se presentan las fuentes identificadas y sus características en la Figura 53 su localización.

Tabla 78. Fuentes dispersas de emisión Escenario B

ID	Fuente	Actividades fuentes de emisión	Área (ha)
OPIT2	PIT 6823	Remoción y manejo de material estéril, extracción de caliza, cargue de materiales, operación de maquinaria, erosión eólica, voladuras	35
VOL4	Tolva banda transportadora	Recepción de materiales banda transportadora	0,4
PAREA1	Extensión Escombrera sup.	Descargue de material estéril, operación de maquinaria, erosión eólica, adecuación del terreno	5,29
PAREA2	Retrolenado		4,27

Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

Tabla 79. Fuentes lineales de emisión Escenario B

ID	Tramo vial	Actividades fuentes de emisión	Longitud (km)
SLINE2	Pit 6823 - Planta trituradora	Acarreo de caliza y material estéril	1,299
SLINE3	Pit 6823 - Extensión Escombrera Superior		2,0076
SLINE4	Pit 6823 - Escombrera Retrolenado		2,1112

Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

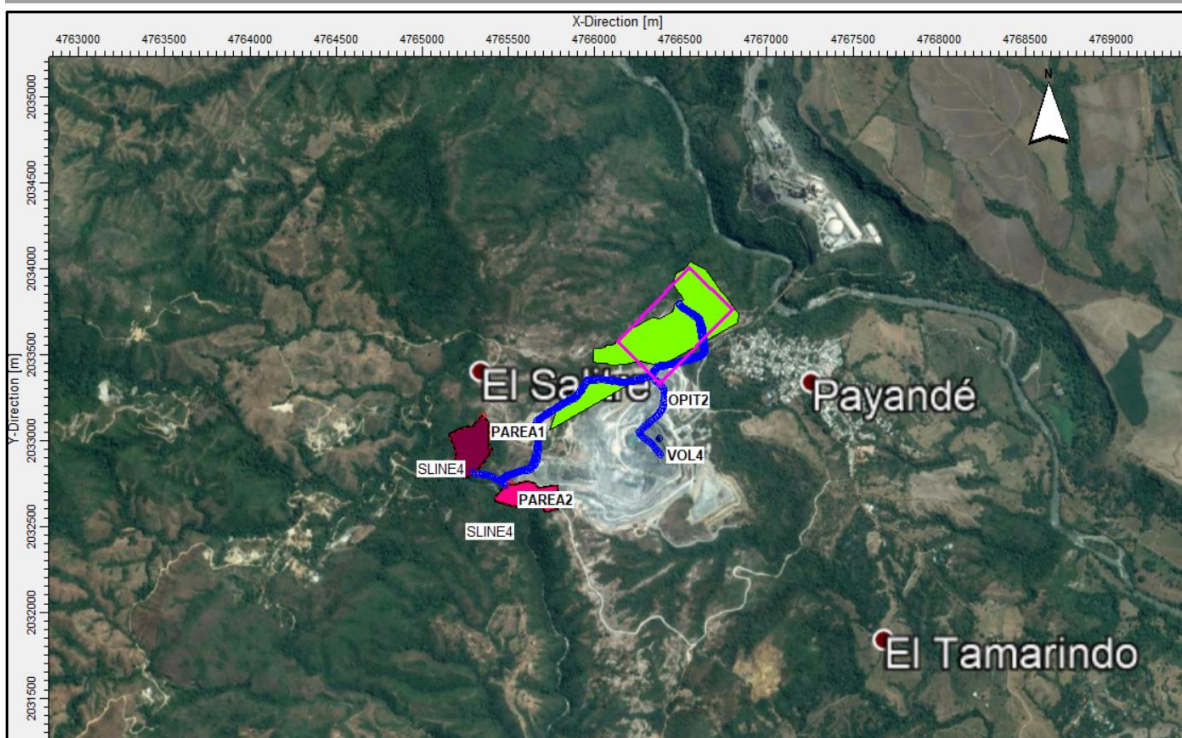


Figura 53. Localización fuentes de emisión escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

El desarrollo del cálculo de cada factor de emisión se realiza en detalle en el Anexo CAP5.1-CMAB-LES6823-AN#5.1.038.

- Receptores sensibles

Los receptores sensibles son aquellos sitios de interés social y/o ambiental, que dadas sus condiciones o importancia, se incorporan al modelo como nodos de cálculo puntuales. De acuerdo con los resultados de la caracterización ambiental en el inventario de emisiones atmosféricas y receptores sensibles, se identificaron 16 sitios de interés socioambiental y que pueden llegar a verse afectados por contaminación atmosférica. En la Tabla 80 y Figura 54 se presenta la localización y las coordenadas (sistema Magna Sirgas Origen Central) de los receptores.

Tabla 80. Localización receptores sensibles

ID	Nombre	X	Y
RS1	Institución Educativa San Miguel Payandé	886182	967259
RS2	Parque La Virgen Parte Alta	886411	967284
RS3	Centro de Salud Payandé Serafín Montaña Cuellar	886650	967096
RS4	Iglesia Santa Bárbara - Payandé	886729	967036
RS5	Coliseo Payandé	886753	967043
RS6	Parque Principal Payandé	886755	967018
RS7	I.E. San Miguel (escuela)	886796	967031

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ID	Nombre	X	Y
RS8	Ancianato Hogar de Vida San Martín	886795	967028
RS9	Casa Cultural Payandé	886683	966972
RS10	Cementerio Payandé	887153	966770
RS11	Cancha de Fútbol	887011	966249
RS12	Club Campestre y Recreacional Chicalá	886878	966690
RS13	Estación Policía Payandé	886881	966706
RS14	Centro de Desarrollo Infantil Mi Bohío 2	886544	967047
RS15	Cancha Barrio Santa Bárbara	886736	967184
RS16	Servicio de Piscinas	886452	967157

Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

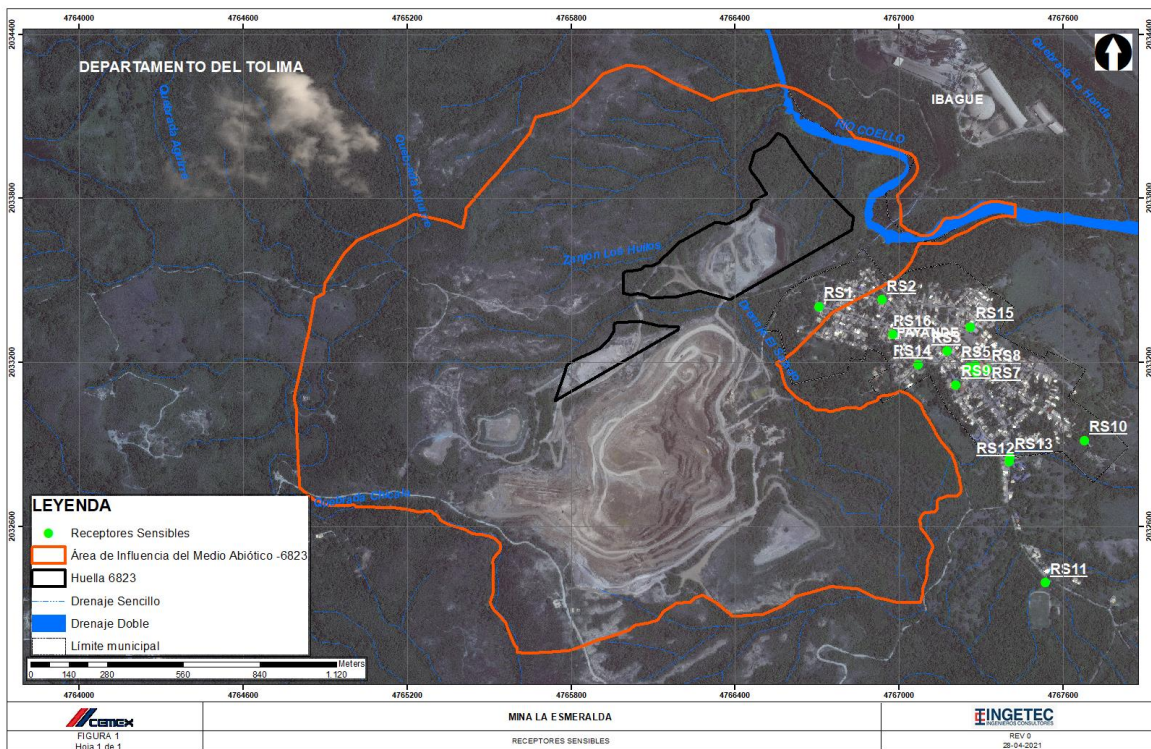


Figura 54. Localización receptores sensibles
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

- Resultados de la modelación

Los resultados se analizaron como los aportes de contaminación atmosférica del proyecto como tal, así como la potencial acumulación con las concentraciones de fondo. Además, se integró la evaluación de los receptores sensibles y estaciones

de calidad del aire para determinar potenciales concentraciones proyectadas. A continuación, se relacionan los resultados obtenidos en el modelo de calidad del aire del TM 6823:

Material particulado

El material particulado es el conjunto de contaminantes de mayor interés en términos de salud pública, especialmente cuando existen receptores sensibles muy cercanos a las fuentes de emisión. La máxima concentración obtenida de PM₁₀ diaria fue 210 ug/m³ y anual fue 80,7 ug/m³, mientras que la máxima concentración diaria de PM_{2.5} obtenida fue 31,9 ug/m³ y anual fue 10,9 ug/m³. Los anteriores resultados reflejan un nivel de contaminación alto, especialmente de PM₁₀; no obstante, las máximas concentraciones se dieron de manera local en las instalaciones mineras. Los resultados de la modelación se presentan en la Tabla 81.

Como se puede observar de la Figura 55 a la Figura 58, las concentraciones de material particulado decaen rápidamente desde los primeros 200 m desde las fuentes de emisión a concentraciones dentro de los límites máximos normativos. También, es posible identificar que para los periodos de exposición de 24 horas de PM₁₀ se encuentra un receptor sensible RS1 identificado como Institución Educativa San Miguel Payandé, dentro del área de influencia por la concentración de este parámetro por encima de los niveles permisibles.

Tabla 81. Resultados de la modelación - concentraciones máximas material particulado

Cont.	T. Exposición	Resultado Escenario Actual	Resultado Escenario Proyectado	Límite Norma*
		ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
PM ₁₀	Anual	5	80,7	50
	24 horas	10,23	210	75
PM _{2.5}	Anual	0,58	10,9	25
	24 horas	1,38	31,9	37

Fuente: Elaboración propia

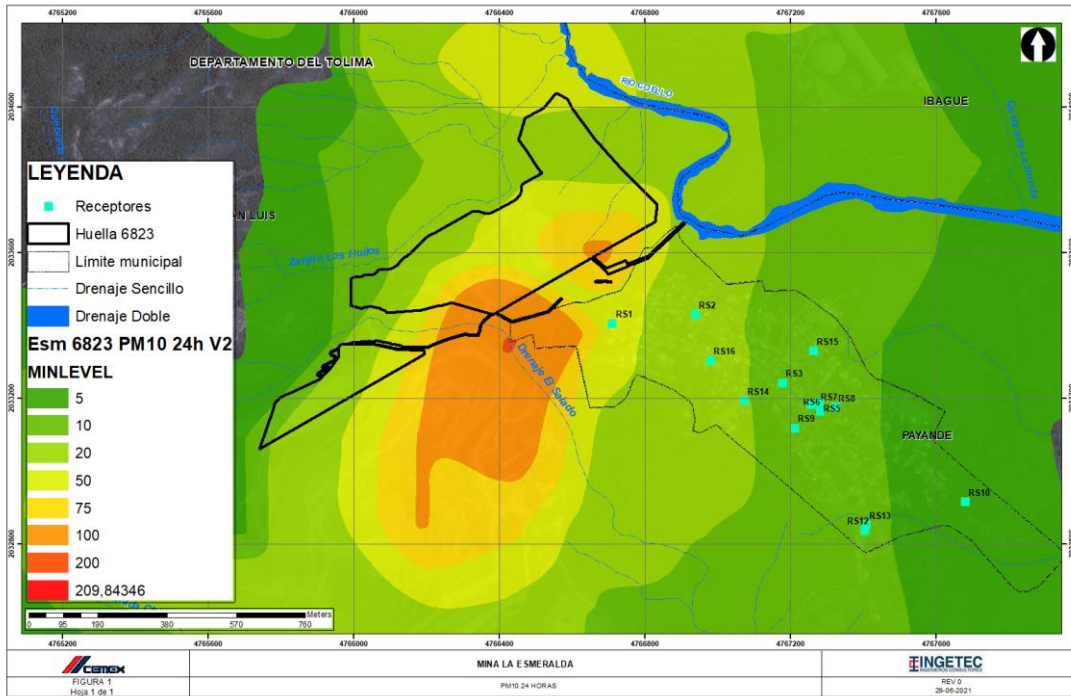


Figura 55. Isopletas PM10 24 horas escenario crítico
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

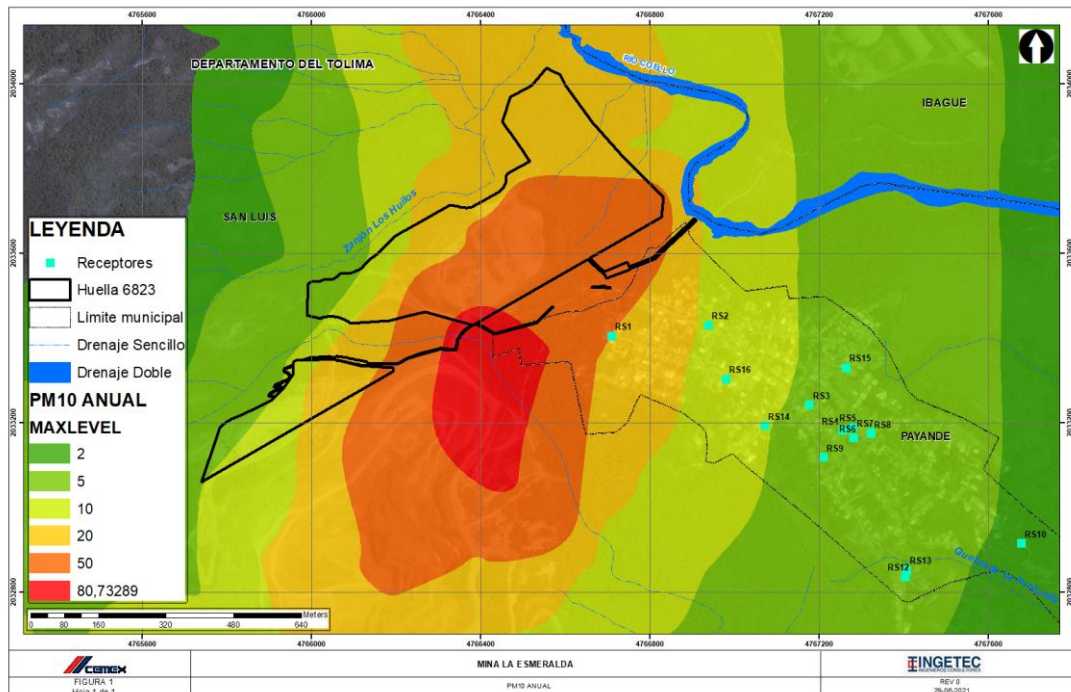


Figura 56. Isopletas PM10 anual escenario crítico
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

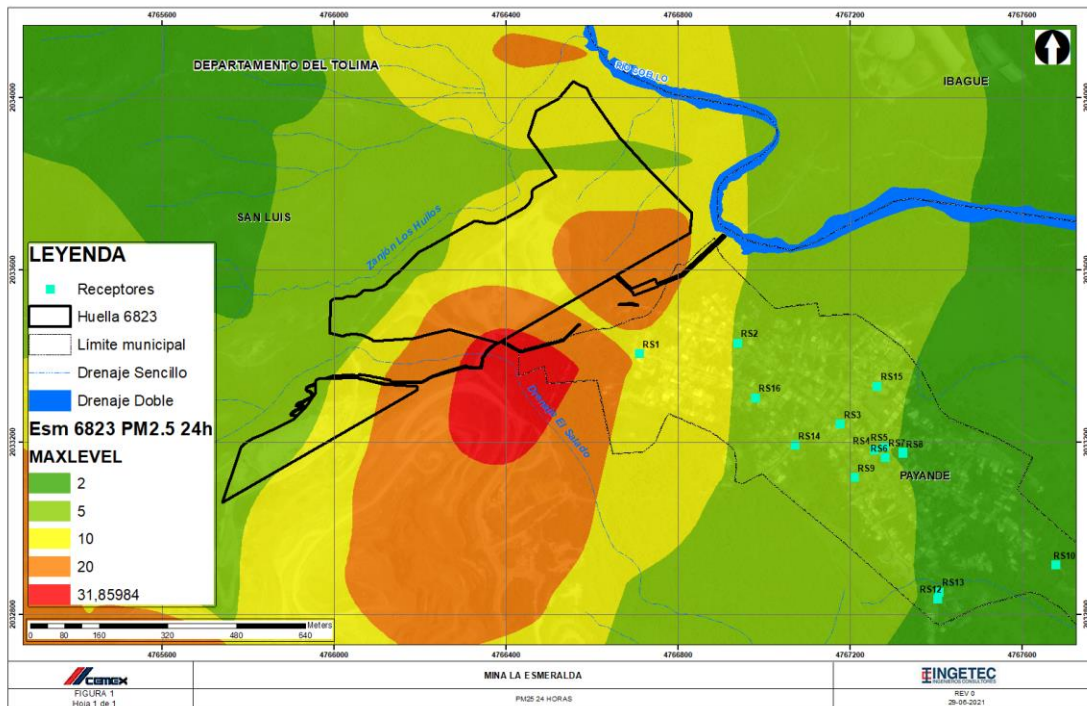


Figura 57. Isopletas PM2.5 24 horas escenario crítico
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

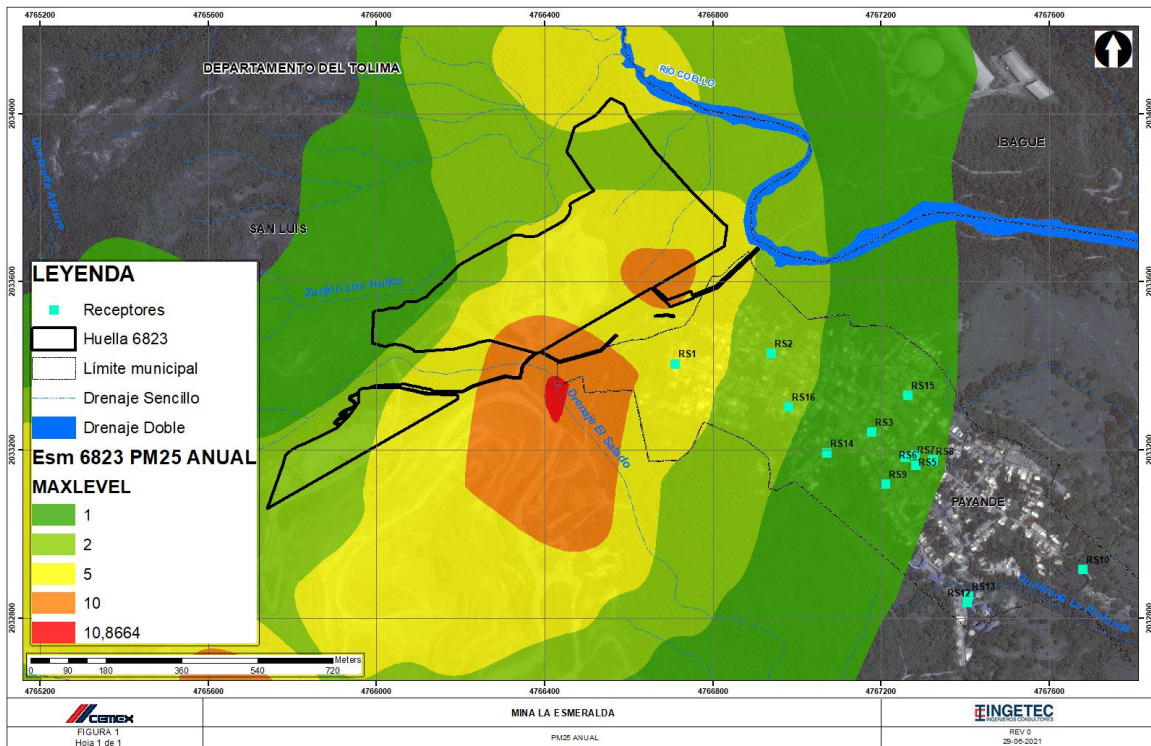


Figura 58. Isopletas PM2.5 24 anual escenario crítico
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

Al evaluar la dispersión de los contaminantes, se puede observar que desde los 1600 m de las fuentes de emisión, las concentraciones de material particulado disminuyen hasta en un 80% de su concentración máxima, llegando a valores inferiores a los 50 ug/m³ de PM₁₀ y 10 ug/m³ de PM_{2.5} diarios. Este comportamiento también ocurre en los periodos de exposición anuales, en en el cual a una distancia aproximada de 850 m las emisiones disminuyen a un 85% de la concentración máxima.

La fuente de emisión con mayores aportes de contaminación es el pit minero del título, ya que comprende la mayor cantidad de actividades objeto de emisiones, siendo también la fuente con mayor cobertura. Otra fuente significativa de material particulado es la tolva de recepción, debido a la cantidad importante de calizas que recibe del pit minero. Las vías por el contrario, junto con las escombreras, no representan aporte significativos de contaminación, debido a que el proyecto no cuenta con un alto flujo vehicular en el acarreo de materiales, y que el volumen de estéril dispuesto es repartido entre ambas escombreras, lo que mitiga la contaminación. La vía con mayores aportes de contaminación es la que conduce desde el pit minero hacia la tolva de recepción, y es una fuente significativa de emisiones atmosféricas al ser una vía en afirmado en la que transitan vehículos pesados.

Gases contaminantes

Con respecto a los gases contaminantes, su impacto fue superior que el de material particulado. Lo anterior se debe a que los gases se evalúan en periodos de exposición horarios, lo que genera resultados superiores frente al periodo de exposición diario o anual. La máxima concentración horaria de NO₂ fue 1604 ug/m³ y anual de 77,2 ug/m³, la máxima concentración horaria de SO₂ fue 10,6 ug/m³ y diaria de 2 ug/m³, y la máxima concentración horaria de CO fue 1961 ug/m³ y octohoraria de 756 ug/m³.

Tabla 82. Resultados de la modelación - concentraciones máximas gases

Cont.	T. Exposición	Resultado Escenario Proyectado	Límite Norma*
		ug/m ³	ug/m ³
SO ₂	24 h	10,6	50
	1 h	2	100
NO ₂	Anual	77,2	60
	1 h	1604	200
CO	8 h	756	5000
	1 h	1961	35.000

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican un nivel de contaminación importante en un periodo de exposición horario. En los periodos de exposición diarios y anuales, las concentraciones son similares o menores a las del material particulado, lo que representa algunas zonas de incumplimiento pero todas localizadas en el complejo minero. Los resultados de las simulaciones de NO₂, SO₂ y CO se pueden observar de la Figura 59 a la Figura 64.

Como se evidencia en las figuras, la dispersión de los gases es similar a la del material particulado, debido a que comparten las mismas fuentes de emisión, con la excepción de la tolva receptora. En los periodos de exposición cortos, se hace evidente que la dispersión opta hacia todas las direcciones, mientras que a los periodos de exposición más largos, la

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

dispersión se favorece hacia el Norte y Noreste del dominio de modelación. También, es posible identificar que para los periodos de exposición de 1 hora de NO₂ se encuentra los receptores sensibles RS1, RS2 y RS16 identificados como: Institución Educativa San Miguel Payandé, Parque La Virgen Parte Alta y Servicio de Piscinas respectivamente dentro del área de influencia por la concentración de este parámetro por encima de los niveles permisibles.

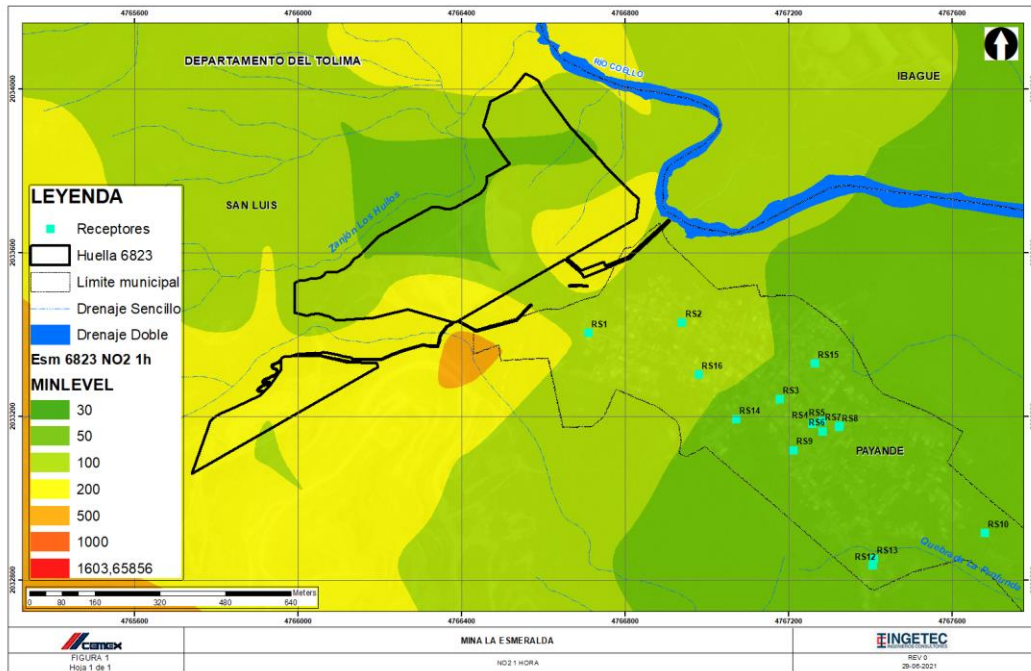


Figura 59. Isoplethas NO2 1 hora escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

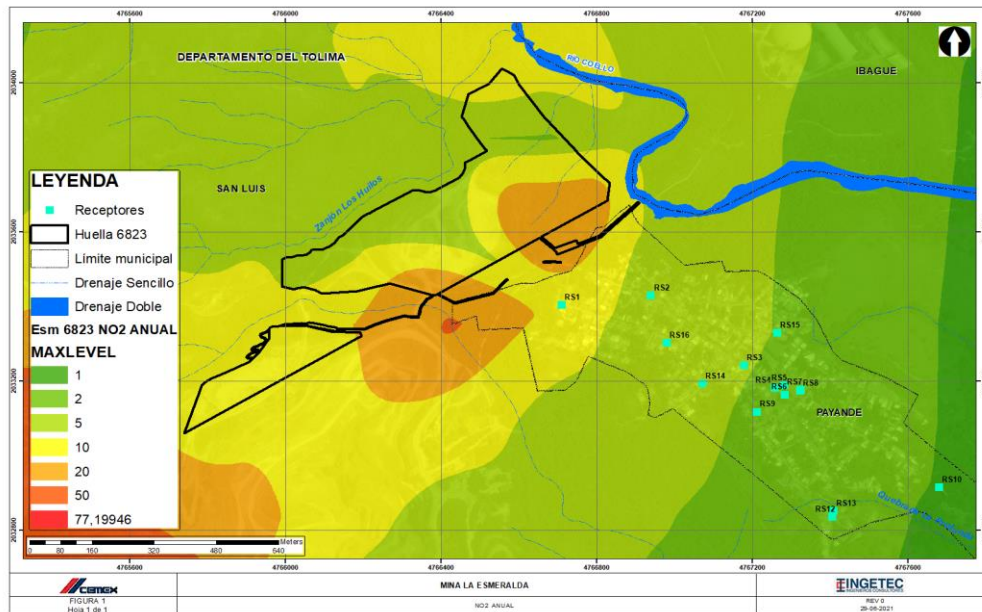


Figura 60. Isoplethas NO2 anual escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

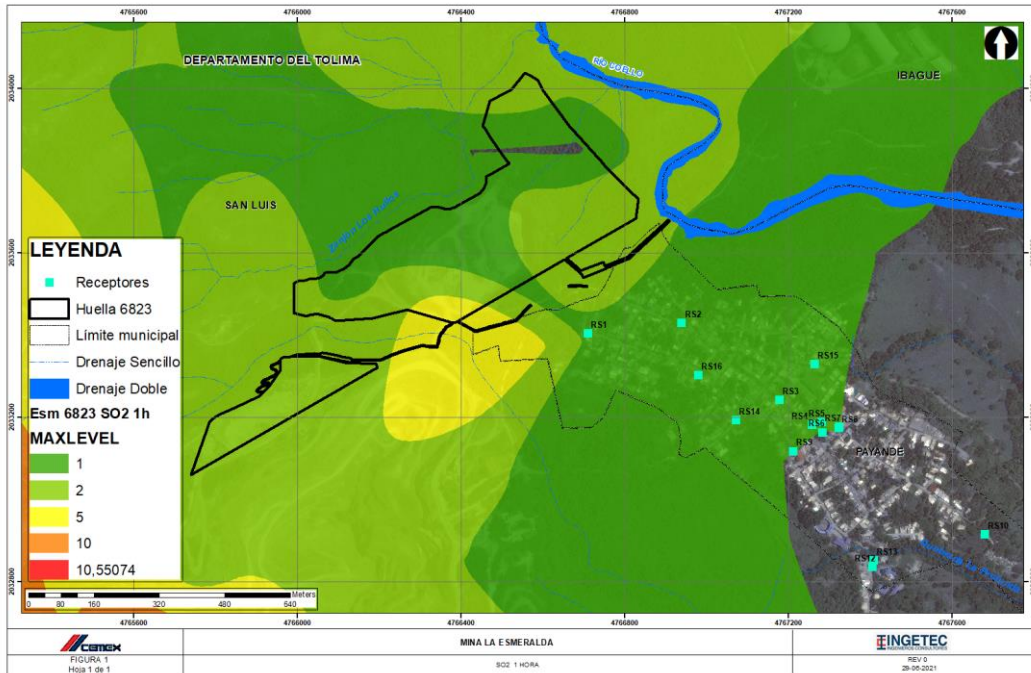


Figura 61. Isopletas SO2 1 hora escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

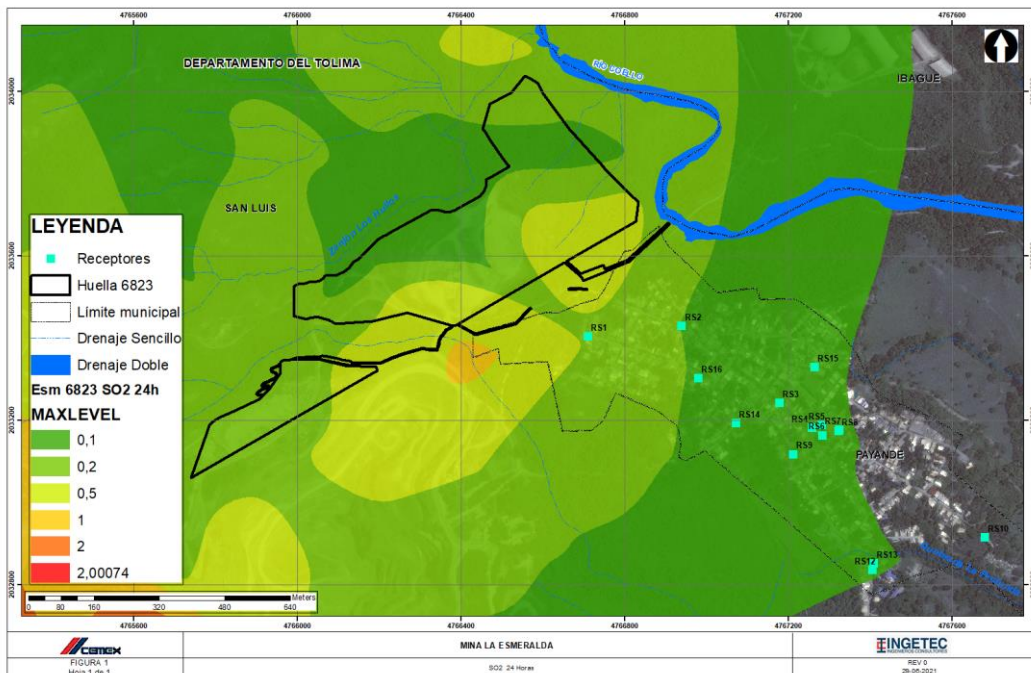


Figura 62. Isopletas SO2 24 horas escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

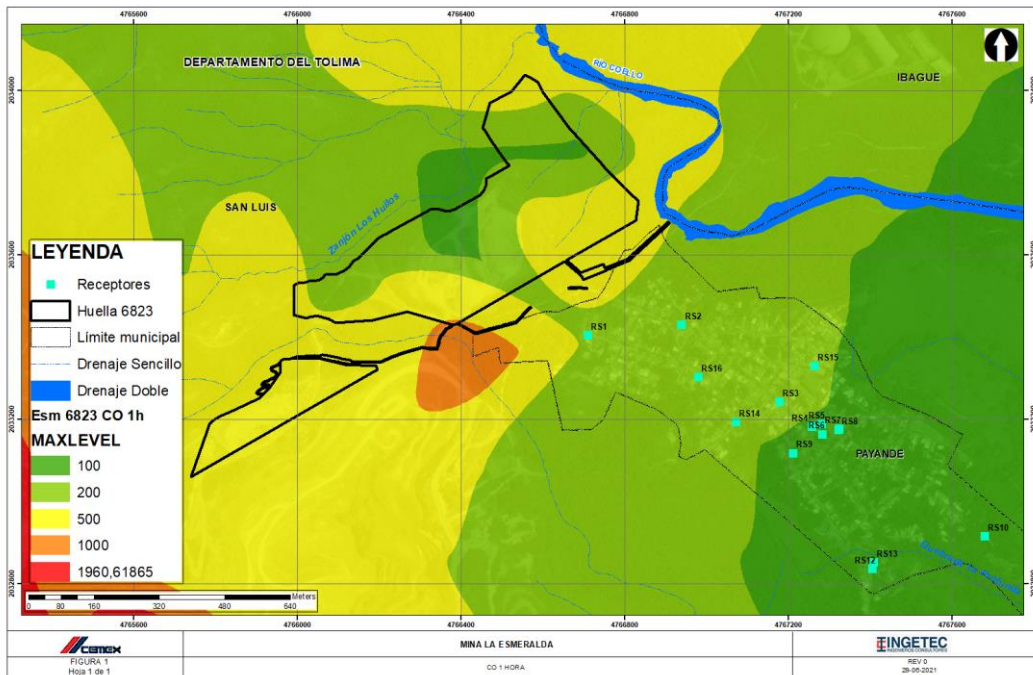


Figura 63. Isoplethas CO 1 hora escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

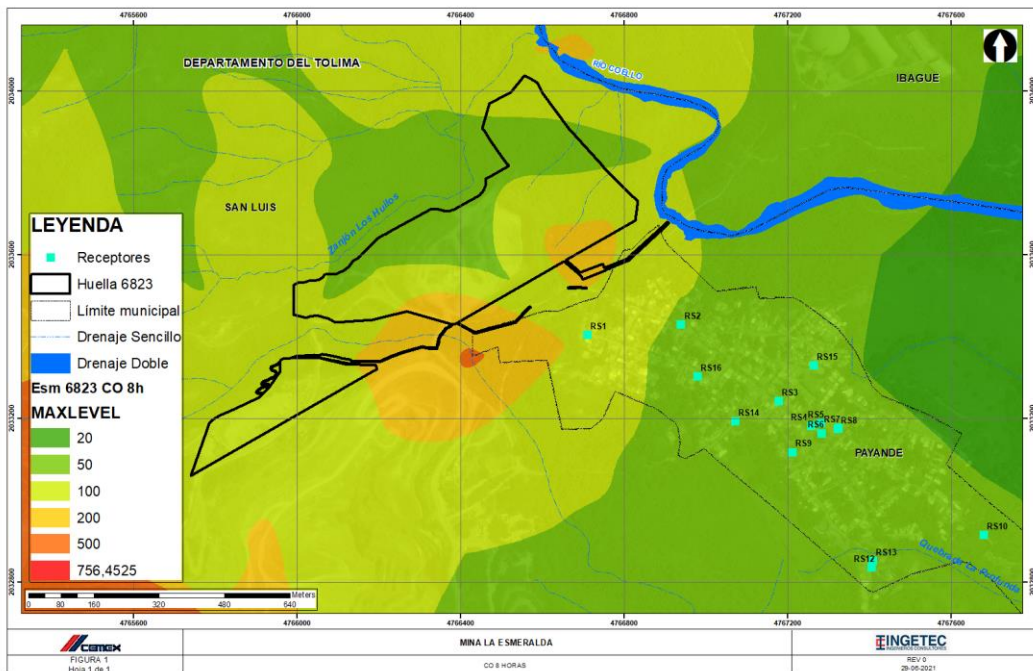


Figura 64. Isoplethas CO 8 horas escenario B
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

Las fuentes de emisión más representativas fueron el pit minero 6823 y las escombreras, asociadas a la operación de maquinaria pesada para el manejo de materiales minados y estériles. El acarreo de materiales no representa una fuente

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

significativa de emisión de gases contaminantes, debido al bajo volumen vehicular asociado al transporte de materiales, a diferencia del material particulado que el uso de vehículos pesados en vías destapadas si es un factor crítico. Esta condición incide en que las concentraciones de los gases contaminantes sean más representativos en el costado suroccidental del complejo minero, con algunas zonas importantes de contaminación en el sector norte donde se ubica el título 6823.

De manera general se puede evidenciar que las concentraciones decaen a un 50% de la concentración máxima a una distancia de 800 m desde la fuente, siendo el NO₂ y el CO los contaminantes con mayor presencia a largas distancias. Alrededor de 1500 m de las fuentes de emisión, las concentraciones decaen hasta un 80% de su valor máximo, indicando una dispersión favorable de contaminantes en el territorio.

En síntesis, la máxima concentración obtenida de PM₁₀ diaria fue 210 ug/m³ y anual fue 80,7 ug/m³, mientras que la máxima concentración diaria de PM_{2.5} obtenida fue 31,9 ug/m³ y anual fue 10,9 ug/m³. La máxima concentración horaria de NO₂ fue 1604 ug/m³ y anual de 77,2 ug/m³, la máxima concentración horaria de SO₂ fue 10,6 ug/m³ y diaria de 2 ug/m³, y la máxima concentración horaria de CO fue 1961 ug/m³ y octohoraria de 756 ug/m³. El área de influencia del subcomponente de calidad del aire abarca una extensión total de 162,60 ha.

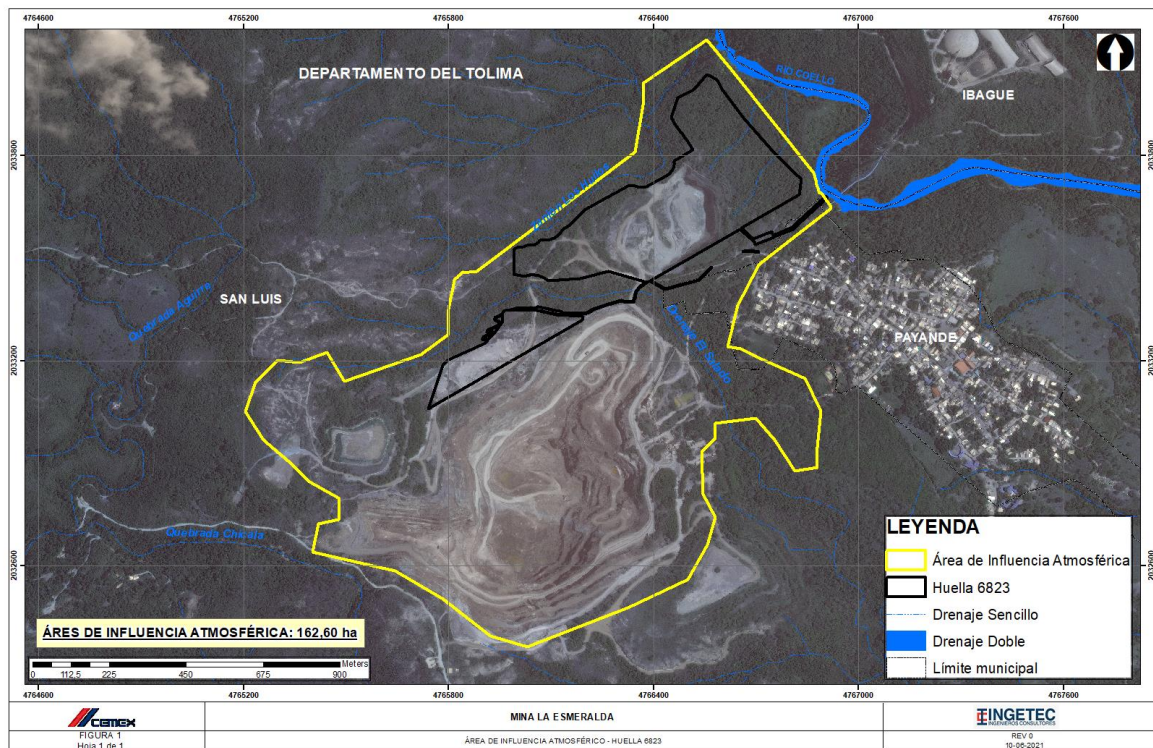


Figura 65. Área de influencia atmosférica
Fuente: Modelo de calidad del aire TM 6823

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el monitoreo de calidad del aire, así como el modelo de dispersión de contaminantes, se considera una probabilidad de ocurrencia amenaza **“improbable”**.

En síntesis, se evidencia que para los periodos de exposición de 1 hora de NO₂ y 24 horas de PM₁₀ NO se encuentran receptores sensibles por encima de los niveles máximos permitidos (bajo un escenario crítico - sin medidas de control).

- **Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria**

Hace referencia a errores de carácter antrópico que puedan generarse en la operación de los equipos y/o maquinaria; y a la falta en la implementación de medidas preventivas durante el transporte o desplazamiento. Errores que pueden generar daños o defectos los cuales pueden causar derrames de material o sustancias al suelo para posteriormente alterar su calidad del mismo y de diferentes elementos en el área afectada. De igual forma debido a la magnitud del Proyecto, tales fallas y daños representan atrasos en el cronograma de ejecución de actividades del Proyecto, causando impactos económicos elevados al Proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la probabilidad de ocurrencia se considera “remoto”.

- **Accidentes vehiculares: choque o colisión, volcamiento**

El desarrollo de actividades dentro del Proyecto, contempla el uso constante de vehículos para la movilización del personal, carga pesada y equipos, por lo cual es de vital importancia comprender que el Proyecto no es ajeno a presentar este tipo de riesgos, los accidentes que puedan presentarse dentro del área de concesión minera 6823 pueden ser por fallas en mantenimiento, operación y funcionamiento de los vehículos, el volcamiento puede suceder por excesos de velocidad, exceso de carga, distracción del operario, entre otros. Mientras que los choques o colisiones tienen cabida a fallas en los vehículos, distracción del operario, fatiga del conductor, uso de equipos móviles, exceso de velocidad permitida y la atención insuficiente a las normas y señales de tránsito estipuladas para la movilización dentro del Proyecto. La ocurrencia de estos siniestros pueden generar pérdidas económicas significativas, interrupción de la operación de la mina, pérdidas humanas y por consiguiente daños a la imagen de CEMEX Colombia S.A.

De acuerdo con los parámetros de seguridad vial establecidos dentro de la mina La Esmeralda, la probabilidad de ocurrencia de acuerdo a la valoración general del riesgo, se considera como “remoto”.

En la Tabla siguiente se presenta una síntesis de las amenazas endógenas de origen técnico operativas expuestas en el presente numeral.

Tabla 83. Identificación de amenazas endógenas

No	ESCENARIO	AMENAZA	
		Probabilidad (P)	
		Calificación	Escala Cualitativa
7.1	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Condición normal	
		2	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Estática)
		Condición extrema	
		2	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Sismo)
		2	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Ascenso del Nivel Freático)

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

No	ESCENARIO	AMENAZA	
		Probabilidad (P)	
		Calificación	Escala Cualitativa
7.2	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Condición normal	
		3	Ocasional (Talud Sureste T8 / Estática)
		Condición extrema	
		3	Ocasional (Talud Sureste T8 / Sismo)
		3	Ocasional (Talud Sureste T8 / Ascenso del Nivel Freático)
7.3	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación	Condición normal	
		3	Ocasional (Taludes restantes / Estática)
		Condición extrema	
		3	Ocasional (Taludes restantes / Sismo)
		2	Remoto (Taludes restantes / Ascenso del Nivel Freático)
8	Incendio en tanque de ACPM 12080 galones	2	REMOTO
9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	1	IMPROBABLE
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	3	REMOTO

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

No	ESCENARIO	AMENAZA	
		Probabilidad (P)	
		Calificación	Escala Cualitativa
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	2	REMOTO

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2.6.1. Listado de escenarios probables y previsibles.

Para determinar los escenarios que contribuyen significativamente al riesgo dentro del Proyecto se consideraron las siguientes premisas:

- Los eventos amenazantes.
- Determinar "lo que podría pasar" a partir del método de carácter inductivo.
- Actividades que presenten una afectación al medio ambiente, al medio social y letalidad.

En la Tabla 84 se muestra el listado de escenarios de riesgos probables y previsibles planteados para la concesión minera 6823 de la Mina La Esmeralda.

Tabla 84. Escenarios de riesgo probables y previsibles concesión minera 6823 mina La Esmeralda

RIESGOS EXÓGENOS	No.	Evento Amenazante	Sector/ Proceso / Actividad / Área	Escenario de riesgo
	Naturales			
1	Ocurrencia procesos de remoción en masa	Áreas de explotación, áreas de manejo de estériles y áreas auxiliares (toda la huella minera)	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto. El detalle de los análisis asociados a los procesos de extracción minera se presentan en el Escenario 9. Falla en los taludes en la operación minera .	
2	Sismos	Áreas de explotación, áreas de manejo de estériles y áreas auxiliares (toda la huella minera)	Sismos en el área de influencia del Proyecto	
3	Actividad volcánica	Principalmente flujos de escombros en áreas circundantes al Río Coello y Flujos Hiperconcentrados sobre las áreas de explotación, áreas de manejo de estériles y áreas auxiliares (toda la huella minera)	Erupción del Volcán Cerro Machín en zonas distantes a la infraestructura del proyecto. No se considera un escenario probable y previsible.	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	4	Inundaciones	Las áreas de posible afectación son las planicies de inundación del Río Coello	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello. De acuerdo con los resultados de la mancha de inundación, la zona de inundación se encuentra distante a la infraestructura del proyecto. No se considera un escenario probable y previsible.
	Antrópicos			
	5	Acciones hostiles en contra de los recursos y de la infraestructura del proyecto	Área de influencia del proyecto	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)
	6	Incendios forestales	Área de influencia del proyecto	Incendios forestales
RIESGOS ENDÓGENOS	Tecnológico u Operacional (geotécnicos)			
	7	Falla en los taludes en la operación minera (Remoción en masa)	TM 6823 - Esmeralda-de Aprovechamiento materiales/Operación.	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)
			TM 6823 - Esmeralda-de Aprovechamiento materiales/Operación.	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)
			TM 6823 - Esmeralda-de Aprovechamiento materiales/Operación.	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación
	Tecnológico u Operacional (ambientales y antrópicas)			
	8	Derrames e incendio en tanque de ACPM	Derrames e incendio en tanque de ACPM de 12080 gal de ACPM.	Derrame e incendio en tanque de ACPM
9	Falla en el sistema de control de emisiones	Se toman los resultados del escenario crítico del modelo de calidad del aire para la etapa de operación del proyecto. Elaborado por INGETEC.	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control). De acuerdo con los	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

			resultados de las isopletras bajo el escenario crítico no se evidencian receptores sensibles que puedan ser afectados por una emisión por encima de los límites máximos permisibles. No se considera un escenario probable, ni previsible.
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	Áreas de explotación, áreas de manejo de estériles y áreas auxiliares	Fallas en la operación de maquinaria y equipos en las áreas operativas y auxiliares de la mina
11	Accidentes vehiculares: Choque o colisión, volcamiento	Vías internas de la mina	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2.6.2. Áreas de afectación probables (impactos esperados acorde al tipo de evento amenazante).

En la Tabla 85 se presenta un resumen de las áreas de afectación estimadas, según los escenarios de riesgo identificados para el proyecto. Los eventos amenazantes asociados que pueden materializarse en cualquier área fuera de la mina, vías, entradas principales, predios aledaños, no se consideran relevantes para realizar una salida gráfica.

Tabla 85. Consolidación áreas de afectación – Escenarios de riesgo concesión minera 6823

RIESGOS EXÓGENOS	No.	Escenario de riesgo	Método de Estimación	Área de Afectación
	Naturales			
	1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Para estimar la susceptibilidad de los procesos de remoción en masa del área de influencia de la Mina Esmeralda, se utilizó el método heurístico como metodología para identificar, categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de movimientos en masa. Mediante el uso del software ArcGIS®, con lo que se definen zonas de susceptibilidad homogénea que vendrían siendo zonas de comportamiento geotécnico similar. En el análisis se estableció una ponderación en términos de una escala numérica que va de 1 a 5, donde el valor 1 significa que el parámetro considerado no es un factor que se considere promotor / favorecedor / dinamizador de procesos de inestabilidad, mientras que un valor asignado de 5 implica todo lo contrario.	El análisis de la susceptibilidad y la zonificación del área, se enfoca en la obtención de cálculos probabilísticos que permitan una posterior estimación de la potencialidad de la ocurrencia de fenómenos morfodinámicos que se puedan materializar con el evento. La unidad de análisis se prioriza las siguientes zonas por su condición de mayor susceptibilidad a los eventos: Las áreas de alta sensibilidad, corresponden a 1,78 ha localizadas dentro del pit minero, asociadas a susceptibilidad alta. 96,33 ha (43% del AI) asociadas a las áreas con susceptibilidad media a presentar procesos de remoción en masa.
	2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Información secundaria de fuentes oficiales SC, RSN, AIS y de estudios previos disponibles.	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
	3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Según su clasificación de Amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS). Evaluación de la Amenaza Potencial del Volcán Cerro Machín.	De acuerdo con la localización del proyecto, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en el área del título minero 6823, son los flujos de escombros y Flujos Hiperconcentrados. Área de afectación por flujos de escombros: 554,6 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 4: 9304,5 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 5: 163358,9 m2.

	4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Información secundaria de estudios previos disponibles. (Manchas de inundación).	Las áreas de posible afectación son las planicies de inundación del Río Coello. 0,17 ha de mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años													
	Antrópicos																
	5	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Experiencia de eventos ocurridos en el sector minero y caracterización del área de influencia social.	Las áreas de posible afectación por eventos exógenos están directamente relacionadas a la infraestructura minera. Se establece como área de afectación toda la concesión minera (todas las zonas de infraestructura minera y auxiliar, tanto existentes como proyectadas). Área aproximada de 93 ha.													
		Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)															
6	Incendios forestales	Protocolo zonificación de incendios forestales. IDEAM.	<p>Tabla 86. Zonificación del riesgo para el área de influencia</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría de amenaza</th> <th>Superficie (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy baja</td> <td>13,02</td> </tr> <tr> <td>Baja</td> <td>24,02</td> </tr> <tr> <td>Moderada</td> <td>24,92</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>4,98</td> </tr> <tr> <td>Muy alta</td> <td>2,64</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>69,57</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría de amenaza	Superficie (ha)	Muy baja	13,02	Baja	24,02	Moderada	24,92	Alta	4,98	Muy alta	2,64	Total	69,57
Categoría de amenaza	Superficie (ha)																
Muy baja	13,02																
Baja	24,02																
Moderada	24,92																
Alta	4,98																
Muy alta	2,64																
Total	69,57																
Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)																	
RIESGOS ENDÓGENOS	7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Bajo - REMOTO, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a													

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

			presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 11,87 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 9,40 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación Falla en los demás taludes de excavación	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para la condición estática con nivel de agua promedio y de sismo y Baja- REMOTA para la condición de aguas máximas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 15,90 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
Tecnológico u Operacional (Ambientales)			

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	8	Derrame e incendio en tanque de ACPM	El área de afectación corresponde al radio de la frecuencia letal asociada. El cálculo se realizó con el software PHAST 7.2.	Distancias según niveles de radiación térmica (Kw/m ²) radio (en metros) R (m) : 35
	9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Según el resultado de la isopleta de cada contaminante según el periodo de exposición. Los contaminantes criterio evaluados para modelar la calidad del aire son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM ₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM _{2.5}).	Emisión de material particulado por encima de los niveles permitidos en los tajos y en el PIT. Área aproximada 162.60 ha.
	10	Fallas en la operación de maquinaria y equipos en las áreas operativas y auxiliares de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
	11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Las áreas de afectación son las vías internas de la mina. Vías uso: 3420,66 m.
RIESGOS EXÓGENOS	No.	Escenario de riesgo	Método de Estimación	Área de Afectación
	1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Para estimar la susceptibilidad de los procesos de remoción en masa del área de influencia de la Mina Esmeralda, se utilizó el método heurístico como metodología para identificar, categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de movimientos en masa. Mediante el uso del software ArcGIS®, con lo que se definen zonas de susceptibilidad homogénea que vendrían siendo zonas de comportamiento geotécnico similar. En el análisis se estableció una ponderación en términos de una escala numérica que va de 1 a 5, donde el valor 1 significa que el parámetro considerado no es un factor que se considere promotor / favorecedor / dinamizador de procesos de	El análisis de la susceptibilidad y la zonificación del área, se enfoca en la obtención de cálculos probabilísticos que permitan una posterior estimación de la potencialidad de la ocurrencia de fenómenos morfodinámicos que se puedan materializar con el evento. La unidad de análisis se prioriza las siguientes zonas por su condición de mayor susceptibilidad a los eventos: Las áreas de alta sensibilidad, corresponden a 1,78 ha localizadas dentro del pit minero, asociadas a susceptibilidad alta. 96,33 ha (43% del AI) asociadas a las áreas con susceptibilidad

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

		inestabilidad, mientras que un valor asignado de 5 implica todo lo contrario.	media a presentar procesos de remoción en masa.
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Información secundaria de fuentes oficiales SC, RSN, AIS y de estudios previos disponibles.	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Según su clasificación de Amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS). Evaluación de la Amenaza Potencial del Volcán Cerro Machín.	De acuerdo con la localización del proyecto, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en el área del título minero 6823, son los flujos de escombros y Flujos Hiperconcentrados. Área de afectación por flujos de escombros: 554,6 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 4: 9304,5 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 5: 163358,9 m2.
4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Información secundaria de estudios previos disponibles. (Manchas de inundación).	Las áreas de posible afectación son las planicies de inundación del Río Coello. 0,17 ha de mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años
Antrópicos			
5	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Experiencia de eventos ocurridos en el sector minero y caracterización del área de influencia social.	Las áreas de posible afectación por eventos exógenos están directamente relacionadas a la infraestructura minera. Se establece como área de afectación toda la concesión minera (todas las zonas de infraestructura minera y auxiliar, tanto existentes como proyectadas). Área aproximada de 93 ha.
	Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)		
6	Incendios forestales	Protocolo zonificación de incendios forestales. IDEAM.	Tabla 86. Zonificación del riesgo para el área de influencia

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

				Categoría de amenaza	Superficie (ha)
				Muy baja	13,02
				Baja	24,02
				Moderada	24,92
				Alta	4,98
				Muy alta	2,64
				Total	69,57
Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)					
RIESGOS ENDÓGENOS	7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Bajo - REMOTO, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 11,87 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.	
		Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 9,40 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación Falla en los demás taludes de excavación	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para la condición estática con nivel de agua promedio y de sismo y Baja- REMOTA para la condición de aguas máximas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 15,90 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
Tecnológico u Operacional (Ambientales)			
8	Derrame e incendio en tanque de ACPM	El área de afectación corresponde al radio de la frecuencia letal asociada. El cálculo se realizó con el software PHAST 7.2.	Distancias según niveles de radiación térmica (Kw/m ²) radio (en metros) R (m) : 35
9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Según el resultado de la isopleta de cada contaminante según el periodo de exposición. Los contaminantes criterio evaluados para modelar la calidad del aire son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM ₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM _{2.5}).	Emisión de material particulado por encima de los niveles permitidos en los tajos y en el PIT. Área aproximada 162.60 ha.
10	Fallas en la operación de maquinaria y equipos en las áreas operativas y auxiliares de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Las áreas de afectación son las vías internas de la mina. Vías uso: 3420,66 m.
No.	Escenario de riesgo	Método de Estimación	Área de Afectación

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

		Naturales		
RIESGOS EXÓGENOS	1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Para estimar la susceptibilidad de los procesos de remoción en masa del área de influencia de la Mina Esmeralda, se utilizó el método heurístico como metodología para identificar, categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de movimientos en masa. Mediante el uso del software ArcGIS®, con lo que se definen zonas de susceptibilidad homogénea que vendrían siendo zonas de comportamiento geotécnico similar. En el análisis se estableció una ponderación en términos de una escala numérica que va de 1 a 5, donde el valor 1 significa que el parámetro considerado no es un factor que se considere promotor / favorecedor / dinamizador de procesos de inestabilidad, mientras que un valor asignado de 5 implica todo lo contrario.	El análisis de la susceptibilidad y la zonificación del área, se enfoca en la obtención de cálculos probabilísticos que permitan una posterior estimación de la potencialidad de la ocurrencia de fenómenos morfodinámicos que se puedan materializar con el evento. La unidad de análisis se prioriza las siguientes zonas por su condición de mayor susceptibilidad a los eventos: Las áreas de alta sensibilidad, corresponden a 1,78 ha localizadas dentro del pit minero, asociadas a susceptibilidad alta. 96,33 ha (43% del AI) asociadas a las áreas con susceptibilidad media a presentar procesos de remoción en masa.
	2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Información secundaria de fuentes oficiales SC, RSN, AIS y de estudios previos disponibles.	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
	3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Según su clasificación de Amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS). Evaluación de la Amenaza Potencial del Volcán Cerro Machín.	De acuerdo con la localización del proyecto, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en el área del título minero 6823, son los flujos de escombros y Flujos Hiperconcentrados. Área de afectación por flujos de escombros: 554,6 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 4: 9304,5 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 5: 163358,9 m2.
	4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Información secundaria de estudios previos disponibles. (Manchas de inundación).	Las áreas de posible afectación son las planicies de inundación del Río Coello.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

				0,17 ha de mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años	
	Antrópicos				
	5	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Experiencia de eventos ocurridos en el sector minero y caracterización del área de influencia social.	Las áreas de posible afectación por eventos exógenos están directamente relacionadas a la infraestructura minera. Se establece como área de afectación toda la concesión minera (todas las zonas de infraestructura minera y auxiliar, tanto existentes como proyectadas). Área aproximada de 93 ha.	
		Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)			
	6	Incendios forestales	Protocolo zonificación de incendios forestales. IDEAM.	Tabla 86. Zonificación del riesgo para el área de influencia	
				Categoría de amenaza	Superficie (ha)
Muy baja				13,02	
Baja				24,02	
Moderada				24,92	
Alta				4,98	
Muy alta				2,64	
Total	69,57				
Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)					
RIESGOS ENDÓGENOS	7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Bajo - REMOTO, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

			mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 11,87 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 9,40 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación Falla en los demás taludes de excavación	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para la condición estática con nivel de agua promedio y de sismo y Baja- REMOTA para la condición de aguas máximas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 15,90 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
Tecnológico u Operacional (Ambientales)			
8	Derrame e incendio en tanque de ACPM	El área de afectación corresponde al radio de la frecuencia letal asociada. El cálculo se realizó con el software PHAST 7.2.	Distancias según niveles de radiación térmica (Kw/m ²) radio (en metros) R (m) : 35

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Según el resultado de la isopleta de cada contaminante según el periodo de exposición. Los contaminantes criterio evaluados para modelar la calidad del aire son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM ₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM _{2.5}).	Emisión de material particulado por encima de los niveles permitidos en los tajos y en el PIT. Área aproximada 162.60 ha.
	10	Fallas en la operación de maquinaria y equipos en las áreas operativas y auxiliares de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
	11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Las áreas de afectación son las vías internas de la mina. Vías uso: 3420,66 m.
RIESGOS EXÓGENOS	No.	Escenario de riesgo	Método de Estimación	Área de Afectación
	1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Para estimar la susceptibilidad de los procesos de remoción en masa del área de influencia de la Mina Esmeralda, se utilizó el método heurístico como metodología para identificar, categorizar y ponderar los factores causantes de inestabilidad según la influencia esperada de estos en la generación de movimientos en masa. Mediante el uso del software ArcGIS®, con lo que se definen zonas de susceptibilidad homogénea que vendrían siendo zonas de comportamiento geotécnico similar. En el análisis se estableció una ponderación en términos de una escala numérica que va de 1 a 5, donde el valor 1 significa que el parámetro considerado no es un factor que se considere promotor / favorecedor / dinamizador de procesos de inestabilidad, mientras que un valor asignado de 5 implica todo lo contrario.	El análisis de la susceptibilidad y la zonificación del área, se enfoca en la obtención de cálculos probabilísticos que permitan una posterior estimación de la potencialidad de la ocurrencia de fenómenos morfodinámicos que se puedan materializar con el evento. La unidad de análisis se prioriza las siguientes zonas por su condición de mayor susceptibilidad a los eventos: Las áreas de alta sensibilidad, corresponden a 1,78 ha localizadas dentro del pit minero, asociadas a susceptibilidad alta. 96,33 ha (43% del AI) asociadas a las áreas con susceptibilidad media a presentar procesos de remoción en masa.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Información secundaria de fuentes oficiales SC, RSN, AIS y de estudios previos disponibles.	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.	
	3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Según su clasificación de Amenaza volcánica realizada por el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS). Evaluación de la Amenaza Potencial del Volcán Cerro Machín.	De acuerdo con la localización del proyecto, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia en el área del título minero 6823, son los flujos de escombros y Flujos Hiperconcentrados. Área de afectación por flujos de escombros: 554,6 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 4: 9304,5 m2. Área de afectación por flujo hiperconcentrado zona 5: 163358,9 m2.
	4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Información secundaria de estudios previos disponibles. (Manchas de inundación).	Las áreas de posible afectación son las planicies de inundación del Río Coello. 0,17 ha de mancha de inundación del río Coello para un periodo de retorno de 2,33 años
	Antrópicos			
	5	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Experiencia de eventos ocurridos en el sector minero y caracterización del área de influencia social.	Las áreas de posible afectación por eventos exógenos están directamente relacionadas a la infraestructura minera. Se establece como área de afectación toda la concesión minera (todas las zonas de infraestructura minera y auxiliar, tanto existentes como proyectadas). Área aproximada de 93 ha.
		Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)		
6	Incendios forestales	Protocolo zonificación de incendios forestales. IDEAM.	Tabla 86. Zonificación del riesgo para el área de influencia	
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #1a3d4d; color: white;">Categoría de amenaza</th> <th style="background-color: #1a3d4d; color: white;">Superficie (ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Categoría de amenaza
Categoría de amenaza	Superficie (ha)			

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

				Muy baja	13,02
				Baja	24,02
				Moderada	24,92
				Alta	4,98
				Muy alta	2,64
				Total	69,57
RIESGOS ENDÓGENOS	7	Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)			
		Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Bajo - REMOTO, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 11,87 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.	
		Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para todas las condiciones analizadas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 9,40 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.	
		Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación Falla en los	Cálculo del área mediante topografía con la conformación proyectada de la explotación en el Pit	La ocurrencia de este escenario de riesgo (Medio - OCASIONAL, para la	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

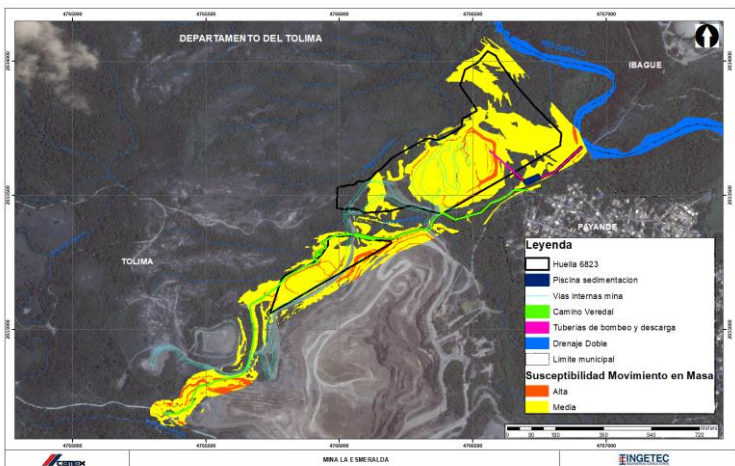
	demás taludes de excavación	Esmeralda para la etapa de cierre. (Etapa crítica - mayor altura de excavación)	condición estática con nivel de agua promedio y de sismo y Baja- REMOTA para la condición de aguas máximas). El área de afectación depende de las dimensiones del deslizamiento que se pudiese llegar a presentar, sin embargo, es de esperar que esta falla sea de carácter local limitándose a algunos de los taludes mencionados. El área donde se puede presentar este escenario no es mayor a 15,90 Ha, sin embargo es claro que no se presentará en esa magnitud.
Tecnológico u Operacional (Ambientales)			
8	Derrame e incendio en tanque de ACPM	El área de afectación corresponde al radio de la frecuencia letal asociada. El cálculo se realizó con el software PHAST 7.2.	Distancias según niveles de radiación térmica (Kw/m ²) radio (en metros) R (m) : 35
9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Según el resultado de la isopleta de cada contaminante según el periodo de exposición. Los contaminantes criterio evaluados para modelar la calidad del aire son: monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO ₂), dióxido de nitrógeno (NO ₂) y material particulado con diámetro aerodinámico igual o inferior a 10 micras (PM ₁₀) e igual e inferior a 2,5 micras (PM _{2.5}).	Emisión de material particulado por encima de los niveles permitidos en los tajos y en el PIT. Área aproximada 162.60 ha.
10	Fallas en la operación de maquinaria y equipos en las áreas operativas y auxiliares de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Huella del Proyecto. Área aproximada 25,70 ha.
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Experiencia de eventos ocurridos en la compañía y sector minero	Las áreas de afectación son las vías internas de la mina. Vías uso: 3420,66 m.

Fuente: Elaboración propia

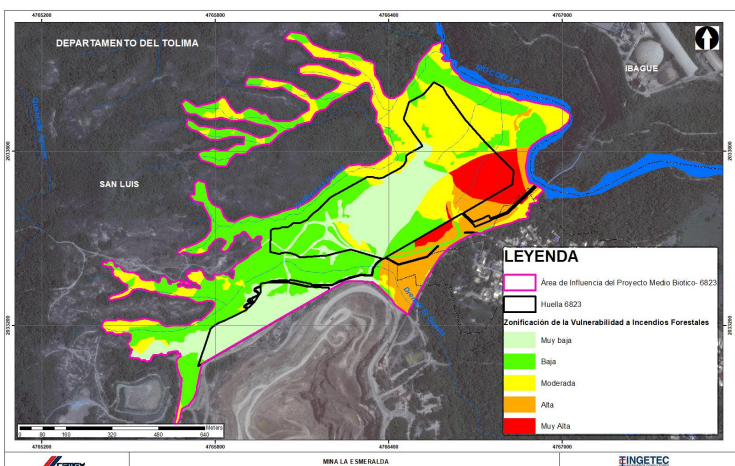
10.3.1.2.6.3. Identificación de elementos expuestos dentro del área de afectación probable.

A continuación, en la Tabla 87 se presenta la intersección entre las diferentes áreas de afectación y la información definida en la línea base ambiental con el fin de identificar los elementos vulnerables sensibles.

Tabla 87. Identificación de elementos vulnerables sensibles de los escenarios de riesgo posibles y previsibles


No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Caracterización del medio abiótico	Infraestructura	<p>Elementos expuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piscina de sedimentación - Vías internas de la mina - Camino veredal - Tuberías de bombeo y de descarga 	 <p>Figura 66. Elementos expuestos - Ocurrencia de procesos de remoción en masa Fuente: Elaboración propia</p>

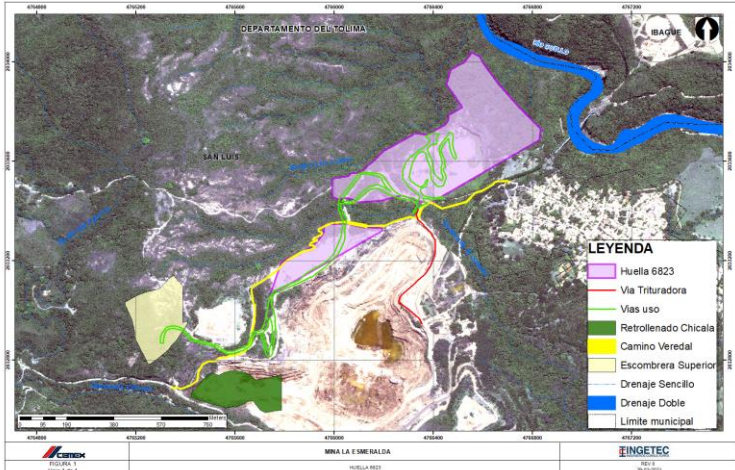
No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Caracterización del medio abiótico	Infraestructura	<p>Elementos expuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piscina de sedimentación - Vías internas de la mina - Camino veredal - Tuberías de bombeo y de descarga 	<p>Figura 67. Elementos expuestos - Sismos Fuente: Elaboración propia</p>
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Caracterización del medio abiótico	Infraestructura	No hay elementos expuestos en el área de afectación por flujos de escombros (amenaza alta).	<p>N.A</p> <p>Ver el análisis de la actividad volcánica realizada en el presente documento</p>
4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Caracterización del medio abiótico	Infraestructura	No se genera gráfica. En el área de afectación / manchas de inundación (Tr 2,33 y 50 años) no hay elementos expuestos.	<p>N.A</p> <p>Ver el análisis de inundaciones realizado en el presente documento</p>
5	Escenarios asociados con Acciones hostiles en contra de los recursos y de	Caracterización medio Socioeconómico	Infraestructura	No se genera gráfica. El área de afectación es el título minero.	N.A.

No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
	la infraestructura del Proyecto			Elementos expuestos: Infraestructura, personal de la empresa y de los contratistas	
6	Incendios forestales	Amenaza incendio forestal	Vulnerabilidad	<p>Coberturas de pastos y vegetación en regeneración cercanas a las zonas de tejido urbano continuo (casco urbano de Payandé).</p> <p>Elementos expuestos: - Vías internas de la mina - Camino veredal</p>	 <p>Ver Figura 40. Zonificación de la vulnerabilidad a incendios forestales Fuente: Elaboración propia</p>
7.1	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Descripción del proyecto	Infraestructura	<p>Elementos expuestos: Infraestructura, personal de la empresa y de los contratistas. No hay elementos ambientales, el uso del suelo es de extracción minera.</p>	<p>N.A.</p> <p>Ver el análisis de la falla en los taludes en la zona de explotación realizada en el presente documento.</p>

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
7.2	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Descripción del proyecto	Infraestructura	<p>Falla de Carácter Local.</p> <p>Elementos expuestos: Infraestructura, personal de la empresa y de los contratistas.</p> <p>No hay elementos ambientales, el uso del suelo es de extracción minera.</p>	<p>N.A.</p> <p>Ver el análisis de la falla en los taludes en la zona de explotación realizada en el presente documento.</p>
7.3	Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación	Descripción del proyecto	Infraestructura	<p>Falla de Carácter Local.</p> <p>Elementos expuestos: Infraestructura, personal de la empresa y de los contratistas.</p> <p>No hay elementos ambientales, el uso del suelo es de extracción minera.</p>	<p>N.A.</p> <p>Ver el análisis de la falla en los taludes en la zona de explotación realizada en el presente documento.</p>

No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
8	Derrame e incendio en tanque de ACPM	Coberturas naturales	Uso Actual del Suelo Cobertura vegetal	La instalación cuenta con dique de protección impermeable en caso de derrame. Sin embargo, en caso de incendio el escenario de riesgo corresponde a un radio de 35 m afectando la cobertura vegetal.	 <p>Figura 68. Elementos expuestos ambientales - Incendio en tanque de ACPM Fuente: Elaboración propia</p>
9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Modelación calidad del aire	Infraestructura	Sin elementos expuestos	N.A Ver el análisis de la amenaza por falla en los sistemas de control de emisiones y modelo de calidad del aire en el presente documento.
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria.	Descripción del proyecto	Infraestructura	No se genera gráfica. El área de afectación es el título minero. Maquinaria y equipos	N.A Ver el análisis de la falla en los taludes en la zona de explotación realizada en el presente documento.

No	Escenario	Intersección		Elementos vulnerables sensibles	Figura
		Componente	Mapa Temático		
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Descripción del proyecto	Infraestructura	Vías internas de la mina, personal de la empresa y de los contratistas.	 <p>Figura 69. Vías internas mina la esmeralda Fuente: Elaboración propia</p>

No se evidencia dentro de las áreas de afectación ni cerca al área de influencia infraestructura de otros proyectos, tales como: poliductos, oleoductos, gasoductos, entre otros. Tampoco, existen áreas ambientalmente sensibles que puedan ser susceptibles de ser afectadas por los escenarios de riesgos probables y previsibles mencionados anteriormente.

10.3.1.2.6.4. Consecuencias potenciales o colaterales.

Este tipo de consecuencias potenciales o colaterales se pueden presentar como efecto dominó de la materialización del riesgo exógeno o endógeno identificado. A continuación en la Tabla 88 se realiza una identificación de consecuencias colaterales para los escenarios de riesgo de la concesión minera 6823 mina Esmeralda.

Tabla 88. Consecuencias potenciales o colaterales de los escenarios de riesgo

No	Escenario de Riesgo	Consecuencias potenciales o colaterales
1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Ninguna
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Ninguna
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Ninguna

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

No	Escenario de Riesgo	Consecuencias potenciales o colaterales
4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Ninguna
5.1	Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	- Interrupción de la operación - Daño de equipos
5.2	Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	- Interrupción de la operación - Daño de equipos - Múltiples fatalidades - Incendios, derrames o explosiones - Fatalidad de terceros
6	Incendios forestales	- Interrupción de la operación - Daño de equipos - Posibles fatalidades (personal, contratistas y terceros) - Degradación del suelo - Disminución temporal de la calidad del aire - Pérdida de biodiversidad y recursos boscosos
7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	- Interrupción de la operación. - Daño de equipos - Pérdida de reservas - Posibles fatalidades (personal y contratistas)
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	- Interrupción de la operación. - Daño de equipos - Pérdida de reservas - Posibles fatalidades (personal y contratistas)
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación.	- Interrupción de la operación. - Daño de equipos - Pérdida de reservas - Posibles fatalidades (personal y contratistas)
8	Incendio en tanque de ACPM	- Fatalidad - Interrupción de la operación - Incendio forestal
9	Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Ninguna
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	- Interrupción de la operación - Daño de equipos

No	Escenario de Riesgo	Consecuencias potenciales o colaterales
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	- Interrupción de la operación

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.2.7. *Análisis del riesgo.*

Consiste en la determinación de consecuencias y probabilidades del riesgo, permitiendo su reconocimiento y comprensión y el detalle de las amenazas, los elementos expuestos y el riesgo. El análisis del riesgo es un examen detallado para conocer sus características o su estado y extraer conclusiones considerando las partes que lo constituyen; haciendo una diferenciación de la magnitud y gravedad de las consecuencias a nivel interno de las instalaciones de la actividad y del área de influencia de probable afectación. Finalmente, permite determinar el nivel asociado nivel de probabilidad de que dicho se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción.

Los resultados de la superposición y geoprocesamiento de las áreas de afectación y las variables temáticas que contiene la información de elementos expuestos, como: coberturas vegetales, vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, asentamientos humanos, infraestructura social y comunitaria, áreas ambientalmente sensibles y el uso actual de los suelos, entre otros. Pone en evidencia que en la mina la Esmeralda ningún escenario presenta un riesgo con potencial de desastre ambiental y socioeconómico. La línea base ambiental fue el punto de partida para la identificación de elementos expuestos y para la cuantificación de eventuales pérdidas o daños ambientales asociados a la materialización del riesgo.

En la Tabla 89 se relaciona el tipo de análisis (ambiental, socioeconómico, individual y/o social) que se realiza según las características de cada escenario.

Tabla 89. Tipo de análisis de riesgo para cada escenario

Escenarios de riesgo			
Escenario	Descripción	Etapas	Tipo de Análisis
1	Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
4	Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Escenarios de riesgo			
Escenario	Descripción	Etapas	Tipo de Análisis
5.1	Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
5.2	Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
6	Incendios Forestales	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera Objeto análisis de riesgo ambiental y socioeconómico
7	Falla en los taludes en la zona de explotación.	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis de riesgo ambiental y socioeconómico
8	Incendio en tanque de ACPM	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis de riesgo ambiental, socioeconómico, individual y social
9	Emissiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis de riesgo ambiental y socioeconómico
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Preoperativa Operativa y Cierre	Objeto análisis sobre la afectación a la infraestructura minera

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.002. Se presenta la calificación y los resultados del nivel de riesgo para cada escenario teniendo en cuenta los factores que afectan las probabilidades y consecuencias, los controles existentes y el análisis de las consecuencias.

Los resultados de la calificación del riesgo para los escenarios exógenos se encuentran dentro de los niveles tolerables del riesgo (riesgo bajo). El objeto principal del análisis por riesgo exógeno se enfoca en el daño a la infraestructura minera.

En efecto, se puede mencionar que las instalaciones se encuentran en zonas seguras y distantes de posibles desastres naturales. El área de inundación del río Coello se encuentra distante de la infraestructura del proyecto.

Los riesgos que presentan posible afectación sobre los elementos expuestos del proyecto se relacionan con movimientos en masa e incendios forestales. Respecto al riesgo por movimientos en masa, es importante resaltar que, si bien es cierto, los elementos expuestos como la tubería de bombeo y la piscina de sedimentación se encuentran localizados en el área de amenaza a procesos de remoción en masa (estabilidad taludes producto de la secuencia minera) media, el talud que se encuentra paralelo a estas infraestructuras tiene una pendiente menor. En este punto es de 67° entre bermas, mientras que para el resto de taludes es de 70° entre bermas, esto precisamente es para que no se generen deslizamientos asociados a los análisis de posibilidad cinemática por caída de bloques. Adicionalmente en esa zona ya se tiene previsto un inclinómetro para identificar posibles movimientos horizontales en profundidad que permitan registrar desplazamientos relativos que permitan tomar medidas en caso de que se presenten y prevenir así un deslizamiento, además del manejo de aguas propuesto en los planes de manejo ambiental. Finalmente, se aclara que sobre cada uno de estos taludes se llevó a cabo la evaluación de estabilidad de manera probabilística, asignado una función de distribución particular a cada uno de los materiales, permitiendo considerar la incertidumbre en la caracterización geotécnica de los materiales, muy propia de análisis geotécnicos.

Con respecto al riesgo por incendio forestal evaluado a partir de la metodología propuesta en el protocolo del IDEAM, se evidencia que al costado de los caminos veredales se registra un riesgo medio - alto al incendio de coberturas vegetales. Se debe implementar medidas de prevención como barreras cortafuegos (entre 5 a 10 m), además se debe plantear actividades de monitoreo para evaluar y conocer la frecuencia del riesgo.

Para el resto de escenarios exógenos se evidencia que los elementos expuestos se relacionan con la infraestructura del proyecto y no presentan un riesgo con potencial de desastre para la comunidad de Payandé.

En relación con los riesgos endógenos, los escenarios asociados con derrames, incendios y explosiones presentan una calificación en su mayoría de riesgo medio, excepto para el elemento ambiental "vulnerabilidad de acuíferos". No obstante, la construcción de la estación de servicio de combustible, cuentan con superficie impermeable, sistemas de contención de derrames, canales perimetrales y trampas de grasas para evitar el contacto directo con el suelo y evitar un riesgo ambiental. Sin embargo, en caso de emergencia para evitar que se propaguen las llamas en el sistema de distribución de combustible, se recomienda implementar una barrera cortafuego para evitar que se afecte la vegetación secundaria que se encuentra en el costado derecho del sistema. Para la falla en los taludes de la zona de explotación, se identifica un riesgo bajo, el cual se encuentra principalmente relacionado a las condiciones de amenaza baja y media obtenido a partir de los análisis realizados y cuyos resultados se encuentran compilados en la Figura 47 y Figura 48. En general, y como se presentó en la sección anterior, de acuerdo a los con los términos de referencia los resultados de los análisis de estabilidad son relacionados con amenazas REMOTA u OCASIONAL (véase Tabla 29 y Tabla 70), lo anterior complementado con monitoreos geotécnicos constantes. En caso de presentarse una deslizamiento durante los procesos de extracción y/o cierre, el material deslizado se limitaría, en su gran mayoría, en la parte baja del talud. Finalmente, para los escenarios asociados con emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control), no se registran receptores sensibles que requieran medidas de intervención inmediata.

Para el **análisis de riesgo ambiental** se tuvo en cuenta las variables abióticas y bióticas que representan un valor significativo por su diversidad, productividad y servicio ecosistémico de aprovisionamiento, entre los cuales se encuentran: unidad de cobertura, drenajes, usos y usuarios, calidad del agua y uso actual del suelo. Los escenarios que pueden presentar afectaciones ambientales están asociados con: derrame e incendio de ACPM. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el sistema cuenta con medidas de control que puedan generar un impacto significativo al medio.

Para el **análisis de riesgo socioeconómico** se tuvo en cuenta como primera medida la afectación a partir de la definición de los usos actuales de los suelos en las áreas de afectación de los escenarios identificados. Ningún escenario presenta un riesgo socioeconómico. Las áreas de afectación de todos los escenarios se encuentran en coberturas relacionadas con zonas de extracción minera.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Para el **riesgo social e individual**, el presente análisis establece las bases conceptuales para el desarrollo del componente ejecución para la respuesta a emergencias. En lo referente al riesgo tecnológico intrínseco a la operación, el cálculo de los niveles de radiación establece las distancias de seguridad, así como la correcta ubicación de todos los sistemas contra incendio y la medición de los corredores de afectación está orientada a:

- La protección a las personas.
- Protección del medio ambiente.
- Protección a los bienes
- La continuidad de las operaciones.

El presente estudio cuenta con el marco científico estipulado en American Institute of Chemical Engineers (AIChE). Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. Nueva York, AIChE., 1989, 585 p., como soporte informático para el modelamiento de vulnerabilidad y consecuencia se usó el software PHAST.

Resultados

- Todas las áreas de la mina están en zonas de riesgo ampliamente aceptable menor a 1×10^{-7} fatalidades por año en la Figura 51 y el plano del anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.004.
- No se tiene propiedades de terceros adyacentes a la Mina La Esmeralda afectadas por riesgo tecnológico.
- El riesgo social intrínseco a la operación de la mina está en niveles de riesgo ampliamente aceptables como se observa en la Figura 70.
- El anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.004 presenta el Mapa 1 con las curvas de riesgo individual de la Mina La Esmeralda, el Mapa 1 tiene una sensibilidad en riesgo individual de hasta 1×10^{-9} fatalidades por año (la máxima de SAFETI) fuera de estas zonas el riesgo es prácticamente despreciable, la curva de hasta 1×10^{-7} fatalidades por año indica que fuera de esta zona el riesgo es aceptable por toda la normatividad internacional, dicho plano será la base para la toma de decisiones en lo que a riesgo individual respecta.

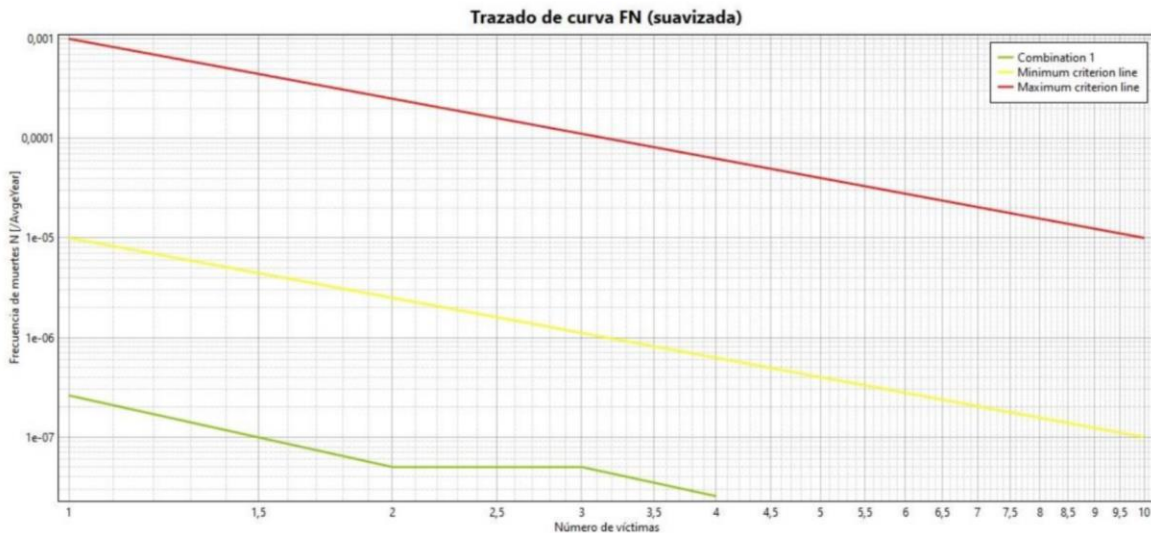


Figura 70. Riesgo Social Mina La Esmeralda
Fuente: ART, 2021

La evaluación del riesgo se hace en función del concepto de Aceptabilidad del Riesgo, que consiste en definir cuál es el nivel de riesgo que estamos dispuestos a aceptar y objetar en el proyecto por parte de CEMEX Colombia S.A. se trata entonces de definir unos criterios de aceptabilidad del riesgo, ligados a unos criterios de intervención, con el fin de brindar mayor seguridad para alcanzar los objetivos del plan.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

En síntesis, con base en la caracterización del área de influencia, se realizó a profundidad, una identificación y calificación de elementos vulnerables, concluyendo que no existen áreas ambientalmente sensibles que puedan ser susceptibles de ser afectadas por los escenarios de riesgos probables y previsibles mencionados dentro del análisis.

Para la valoración del riesgo se hizo uso de estudios anteriores, metodologías y criterios de evaluación de las amenazas y vulnerabilidad de los elementos, así como la aplicación de la matriz RAM adaptada dentro de la evaluación de Riesgo y priorización de este.

A partir de los análisis de riesgos, se verifica la necesidad de formular medidas para la preparación y respuesta de emergencia, así como estrategias preventivas del caso con enfoque a los escenarios de riesgo identificados, y en concordancia con los niveles de vulnerabilidad encontrada.

Las acciones a seguir en este caso tienen tres componentes, en primer lugar, definir una estrategia y planes operativos de respuesta específicos para estos eventos, que se establecen en el capítulo de Proceso de manejo del desastre.

Los niveles de riesgo social de las instalaciones del proyecto tienen un valor de cero, categorizándose como aceptable, esto se debe precisamente a que no hay asentamientos poblacionales, instituciones públicas cerca de las instalaciones de suministro de combustible del proyecto.

10.3.1.2.8.1. Priorización del riesgo

Tras el análisis y evaluación de los escenarios de riesgo, según la ubicación resultante dentro de la matriz presentada en el anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.002, se determina la prioridad relativa en su gestión para emergencias. A continuación en la Tabla 90, se presenta la jerarquización y priorización de todos los escenarios.

De acuerdo con los resultados y las implicaciones sobre los elementos expuestos del medio biótico, abiótico y socioeconómico, se acota la planificación de la respuesta, se facilita el seguimiento y monitoreo de las variables y se ejerce una optimización de las intervenciones que haya.

Tabla 90. Resultados evaluación del riesgo

EVALUACIÓN DEL RIESGO - FASE OPERATIVA Y CIERRE (6823)		
EVENTO	ELEMENTOS VULNERABLES SENSIBLES	RIESGO
Incendios forestales	Camino Veredal	MEDIO
Derrame e incendio en tanque de ACPM	Vegetación secundaria	MEDIO
Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del	Tuberías de bombeo	BAJO
	Piscina de sedimentación	BAJO

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

EVALUACIÓN DEL RIESGO - FASE OPERATIVA Y CIERRE (6823)			
EVENTO	ELEMENTOS VULNERABLES SENSIBLES		RIESGO
Proyecto	Rampas de acceso		BAJO
	Tuberías de descarga		BAJO
Sismos en el área de influencia del Proyecto	Infraestructura minera		BAJO
Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	Maquinaria y equipos		BAJO
Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	Maquinaria y equipos		BAJO
Incendios forestales	Piscina de sedimentación		BAJO
	Tuberías de bombeo		BAJO
	Tuberías de descarga		BAJO
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Condición Normal		
	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Estática)	Zonas de extracción minera	BAJO
	Condición Extrema		
	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Sismo)	Zonas de extracción minera	BAJO
	Remota (Talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10) / Ascenso del Nivel Freático)	Zonas de extracción minera	BAJO

EVALUACIÓN DEL RIESGO - FASE OPERATIVA Y CIERRE (6823)		
EVENTO	ELEMENTOS VULNERABLES SENSIBLES	RIESGO
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Condición Normal	
	Ocasional (Talud Sureste T8 / Estática)	Zonas de extracción minera
	Condición Extrema	
	Ocasional (Talud Sureste T8 / Sismo)	Zonas de extracción minera
	Ocasional (Talud Sureste T8 / Ascenso del Nivel Freático)	Zonas de extracción minera
	BAJO	
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación	Condición Normal	
	Ocasional (Taludes restantes / Estática)	Zonas de extracción minera
	Condición Extrema	
	Ocasional (Taludes restantes / Sismo)	Zonas de extracción minera
	Remoto (Taludes restantes / Ascenso del Nivel Freático)	Zonas de extracción minera
	BAJO	
Derrame e incendio en tanque de ACPM	Vulnerabilidad de acuíferos	
	Zonas industriales o comerciales	
Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	Zonas de extracción minera	
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	

EVALUACIÓN DEL RIESGO - FASE OPERATIVA Y CIERRE (6823)		
EVENTO	ELEMENTOS VULNERABLES SENSIBLES	RIESGO
Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	BAJO
Erupción del Volcán Cerro Machín	Sin elementos expuestos	-
Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	Sin elementos expuestos	-
Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	Sin elementos expuestos (Sin receptores sensibles)	-

Fuente: Elaboración Propia

10.3.1.2.8.2. Identificación de medidas para el tratamiento del riesgo

Son medidas dirigidas para dar solución y tomar decisiones basados en el resultado de los análisis para la priorización de los escenarios, a través de los cuales se desarrollarán estrategias de tratamiento del riesgo que pueden ser medidas de reducción del riesgo y manejo del desastre. Las medidas a implementar para modificar los riesgos son:

- Reducir el riesgo actual (mitigación del riesgo - intervención correctiva).
- Reducir el riesgo futuro (prevención del riesgo - intervención prospectiva).
- La protección financiera.

Intervención correctiva: proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Ley 1523 de 2012).

Intervención prospectiva: proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar un nuevo riesgo y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro. La intervención prospectiva se realiza primordialmente a través de la planificación ambiental sostenible, el ordenamiento territorial, la planificación sectorial, la regulación y las especificaciones técnicas, los estudios de pre factibilidad y diseño adecuados, el control y seguimiento y en general todos aquellos mecanismos que contribuyan de manera anticipada a la localización, construcción y funcionamiento seguro de la infraestructura, los bienes y la población (Ley 1523 de 2012).

Protección Financiera: mecanismos o instrumentos financieros de retención intencional o transferencia del riesgo que se establecen en forma ex ante con el fin de acceder de manera ex post a recursos económicos oportunos para la atención de emergencias y la recuperación (Ley 1523 de 2012).

A continuación, en la Tabla 91 se realiza por escenario de riesgo una identificación de las medidas para intervención del riesgo aplicables. También se presentan los Procedimientos Operativos Normalizados (PON), ya que estos son una herramienta preventiva e ilustrativa de carácter informativo de manera general para la actuación, control y atención de emergencias en caso de materializarse un escenario de riesgo.

Tabla 91. Identificación medidas de tratamiento del riesgo

Escenario de Riesgo		Identificación de Medidas de Tratamiento del Riesgo
No	Naturales	
1	Ocurrencia procesos de remoción en masa	- PON Riesgos geotécnicos
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	- Diseño de la infraestructura con normas sismo resistentes - PON Sismos
3	Erupción del Volcán Cerro Machín	- Reducción del riesgo volcánico en Colombia - Comunicación e involucrar a las autoridades locales, regionales y nacionales durante las fases del proyecto para desarrollar acciones conjuntas en caso de que se materialice el riesgo - Capacitación, reuniones y visitas de campo con el fin de garantizar la calidad de la información y respuesta a la emergencia - Planes Locales de Contingencia. - Socialización con las comunidades.
No	Antrópicos (Sociopolíticos)	
5	Escenario 5.1 Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	- Canales de comunicación con las autoridades (Policía Nacional)
	Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	- PON Amenaza terrorista
6	Incendios forestales	- Riego de vías - Remoción y acopio de material inflamable - Mantenimiento de equipos e insumos contra incendios - Educación ambiental - PON incendio forestal
No	Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)	
7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	- PON Riesgo geotécnico
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación.	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Escenario de Riesgo		Identificación de Medidas de Tratamiento del Riesgo
No	Naturales	
No.	Tecnológico u Operacional (Ambientales)	
8	Incendio en tanque de ACPM 12080 galones	<ul style="list-style-type: none"> - PON Derrame - PON Incendio - Aprovechamiento forestal a 50 m del tanque de combustible
9	Emisión de material particulado y contaminantes criterio (PM10 y NO2) por encima de los límites máximos permisibles	<ul style="list-style-type: none"> - Riego de vías - Aspersión del material cuando se manipula - Cubrimiento de acopios - Mantenimiento de maquinaria y equipos rutinario
10	Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de maquinaria y equipos rutinario
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	<ul style="list-style-type: none"> - PON Accidentes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

10.3.1.3. Monitoreo del Riesgo.

El monitoreo del riesgo permite conocer el comportamiento en el tiempo de los riesgos, sus amenazas y vulnerabilidades; las cuales pueden cambiar la valoración del riesgo y realimentar el proceso de conocimiento. (Decreto 2157 de 2017.

10.3.1.3.1. Protocolos o procedimientos de cómo se llevará a cabo el monitoreo.

El programa de monitoreo del riesgo se ha alineado con las diferentes actividades definidas en la actualización del estudio de impacto ambiental para la modificación de licencia para el Estudio de Impacto Ambiental TM 6823. De acuerdo con los resultados del análisis de riesgos, se consideran los escenarios que requieren ser monitoreados y conocer su comportamiento en el tiempo de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades, las cuales pueden cambiar la valoración del riesgo y realimentar el proceso de conocimiento.

Tabla 92. Programa de Monitoreo del riesgo Mina la Esmeralda

Escenarios de Riesgo	Medidas de Monitoreo del Riesgo			
	Actividades de Monitoreo	Instrumentación para el Monitoreo	Periodicidad del Monitoreo	Parámetro o Indicador de Situación de Emergencia
3 Erupción del Volcán Cerro Machín	- En cuanto al monitoreo técnico y redes de vigilancia del volcán, se encuentra disponible la información de entidad	- No aplica	- Revisar diariamente los registros en línea del Volcán Cerro Machín	- Alertas definidas por el SGC

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Escenarios de Riesgo	Medidas de Monitoreo del Riesgo			
	Actividades de Monitoreo	Instrumentación para el Monitoreo	Periodicidad del Monitoreo	Parámetro o Indicador de Situación de Emergencia
	técnica el Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS).		(sismogramas y espectrogramas)	
11	Emisión de material particulado y contaminantes criterio (PM10 y NO2) por encima de los límites máximos permisibles	- El monitoreo de material particulado se hace a través de dos estaciones: una de tipo manual, ubicada en la sede primaria de la Institución Educativa San Miguel (Estación T640) y otra de tipo automático ubicada en el Edificio CEMEX, llamada Hi Vol PM 10. - PMA-ABI-04 Programa de manejo de emisiones atmosféricas y de ruido	- Estaciones de monitoreo de material particulado.	- La frecuencia de medición para la primera es cada día de por medio, en tanto que para la segunda es a nivel diario

- **Monitoreo de los riesgos geotécnicos**

El plan de monitoreo implementado en el TM 6823 responde a las necesidades manifiestas de la operación, logrando un balance entre calidad de información obtenida y su utilidad en la toma de decisiones. Teniendo en cuenta que dentro de las actividades que se llevan a cabo en la mina, el monitoreo geotécnico es una tarea que hace parte integral de la operación, cierre progresivo y del plan de gestión de riesgos, éste se lleva a cabo en diferentes puntos del Proyecto considerados de especial interés, cuyas condiciones de estabilidad deben ser constantemente vigiladas. Dicho esto, para los trabajos a efectuar objeto de la presente modificación se ha definido la necesidad de complementar este plan existente mediante la instalación de nuevos instrumentos, haciendo énfasis en las zonas donde se realizarán los trabajos de excavación. En la Tabla 93 se presenta un resumen de los componentes de este programa de monitoreo.

Tabla 93. Programa de monitoreo del riesgo TM 6823. Geotecnia.

Escenarios de Riesgo		Medidas de Monitoreo del Riesgo			
		Actividades de Monitoreo	Instrumentación para el Monitoreo	Periodicidad del Monitoreo	Parámetro o Indicador de Situación de Emergencia
7. Falla en los taludes en la operación minera	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Instalación de Instrumentación geotécnica complementaria. Inspección permanente por parte de personal calificado.	Piezómetros e inclinómetros.	Dependiendo del instrumento y de la situación puede variar desde semanal hasta semestral	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia de grietas. - Velocidad de desplazamiento según el equipo de monitoreo. - Nivel de agua elevado por fuera de las consideraciones de diseño (piezómetros). - Deformación permanente en tubería de inclinómetro
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)				
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación.				

Fuente: Elaboración propia

Dicho lo anterior, cabe resaltar que dentro de la formulación del mencionado plan complementario se ha seguido la siguiente secuencia metodológica:

- Definición de la variable a medir.
- Selección del instrumento que mejor se ajuste a las necesidades.
- Planeación de la localización de el/los instrumentos tomando en cuenta la interacción que se podría tener con las actividades de extracción minera.

Mayores detalles del plan de monitoreo geotécnico para las zonas a intervenir se presentan en la sección 5.1.8 Geotecnia del presente estudio.

10.3.2. Proceso de reducción del riesgo.

La reducción del riesgo busca definir e implementar medidas para cambiar o disminuir las condiciones de riesgo existente (mitigación) y evitar futuras condiciones de riesgo (prevención), con el fin de reducir las probabilidades que se presenten

situaciones de emergencias y reducir los impactos o efectos adversos de los desastres sobre los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, moderando los tiempos de crisis, entendida ésta como la perturbación de las condiciones de normalidad⁹- Las medidas para reducir el riesgo se pueden agrupar en medidas estructurales y no estructurales.

Tabla 94. Medidas estructurales y no estructurales

Medidas	Descripción
Estructurales	Generalmente se asocian a obras civiles, tras su implementación modifican en el corto plazo la incidencia directa de los riesgos.
No Estructurales	Su implementación afecta en el mediano y largo plazo la dinámica de los riesgos. Incluye leyes, regulaciones, reglamentaciones frente al uso del suelo, campañas educativas y procesos de participación ciudadana entre otras.

Fuente: Herramienta metodológica para la formulación de programas de gestión del riesgo de desastres. Ministerio de Vivienda y UNGRD 2014

Como parte del plan, se presenta un programa de gestión del riesgo que establece las políticas, estrategias y prácticas orientadas a prevenir y reducir los riesgos identificados, y minimizar los efectos negativos.

10.3.2.1. Intervención correctiva.

Tomando como referencia la Ley 1523 de 2012 una intervención correctiva se relaciona con aquellas actividades o procesos cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente o actual a través de acciones de mitigación, para lo cual se debe recurrir a medidas que propendan por la reducción de las condiciones de amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

Las medidas de intervención correctiva solo aplican para la zona actual de explotación, ya que la zona de expansión implícitamente contempla las medidas de mitigación, prevención y control desde el diseño.

10.3.2.1.1. Identificación de alternativas de intervención correctiva.

- *Riesgos Geotécnicos*

Como se ha explicado a lo largo del documento, los riesgos identificados de índole geotécnica se relacionan con las actividades a desarrollar en el marco de las actividades propias de la extracción de la caliza dentro del título minero 6823. Se plantea una serie de procedimientos con los que se busca alcanzar unas condiciones óptimas de estabilidad en los taludes, las cuales se pueden enmarcar como medidas de manejo y mitigación. Estas medidas involucran la realización de:

- Conformación de taludes siguiendo recomendaciones geotécnicas
- manejo de aguas superficiales
- monitoreo geotécnico

Las características y resultados de estas medidas han venido siendo reportadas periódicamente mediante los informes de cumplimiento ambiental presentados a la autoridad.

En la Tabla 95 se presentarán las medidas correctivas identificadas:

⁹ Basado en el marco conceptual desarrollado por la RED y la Ley 1523 de 2012 Artículo 4°.

Tabla 95. Medidas correctivas

<p>Incendios Forestales</p>	<p>Medidas no estructurales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reforzar periódicamente (por lo menos dos veces por semestre), con el personal directo de la Compañía y demás Contratistas sensibilizaciones relacionadas en el tema, bajo enfoque ambiental, a través del espacio conocido como “Miércoles Ambiental”. ● Reforzar periódicamente (por lo menos dos veces por semestre), con el personal directo de la Compañía y demás Contratistas sensibilizaciones relacionadas en el tema, bajo enfoque de seguridad industrial, a través del espacio conocido como “Viernes Seguro”. ● Mantener tres tanques de reserva de plástico, cada uno de 1000 litros de volumen, contiguos al Vivero Bonanza, para emplearse en cada de traslado de recurso hídrico hacia algún otro sector de la Mina en donde eventualmente se presente un evento de incendio. ● Adquirir dos rollos de manguera tipo bombero, cada una de 80 m de longitud, para ser adaptadas al carro tanque del operador EPSA. ● Confirmar teléfonos de contacto, dos veces por semestre de Bomberos San Luis, Ibagué y CENOP, a fin de reducir tiempos de reacción y coordinación ante este tipo de eventos. ● Establecer un plan de ayuda mutua con las principales empresas contratistas de la Mina. ● Coordinar con un grupo de voluntarios de la Comunidad de Payandé una capacitación sobre protocolos de actuación ante el desarrollo de incendios forestales, sensibilización que será impartida por personal adscrito a un Cuerpo de Bomberos y que con una periodicidad mínima de una (1) vez por año. ● Adquisición de una motobomba portátil de alta presión, para ser guardada permanentemente en Mina. ● Adquisición de un (1) kit de alta presión para ser adaptado en vehículo de alta presión o remolque, el cual será guardado permanentemente en Mina. ● Capacitar en el manejo de la motobomba portátil de alta presión y del kit de alta presión por lo menos a un técnico de cantera y un técnico operativo de la Mina. ● Acordar con EPSA que, dentro de su plan de capacitación anual se realice sensibilización a su personal, sobre los mecanismos de prevención y actuación ante un incendio forestal. ● Incluir y divulgar en las inducciones y reinducciones de salud y seguridad los cuatro riesgos catalogados en nivel alto en el Plan de Contingencia de la Mina La Esmeralda ● Hacer sensibilización a la comunidad en general que asiste a los espacios de reuniones periódicas de exposición de resultados de monitoreo y seguimiento del Plan de Manejo Ambiental de la Mina La Esmeralda, frente a las acciones preventivas que se deben seguir, con el propósito de evitar incendios forestales. ● Sugerir a la división de Relaciones Comunitarias de CEMEX que bajo el
-----------------------------	---

	<p>convenio suscrito con Cortolima relacionado con la ejecución de los proyectos ambientales escolares (PRAES) y los proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDA) sea abordado el tema de prevención de incendios forestales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reforzar en las charlas de inducción y reinducción ambiental impartidas tanto al personal de la Compañía como a los contratistas de esta, las medidas de prevención que se deben tomar cuando se están realizando labores de campo, a fin de provocar un incendio forestal, reforzando la medida de no estacionar automóviles en donde haya hierba seca en época de lluvias mínimas. ● Realizar una capacitación frente al tema al cuerpo de voluntarios para la prevención de incendios en el Corregimiento de Payandé, la cual contará con el apoyo de CEMEX así como del cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ibagué. ● Continuar con el mantenimiento de las cercas vivas con las que cuenta la Mina. ● Aplicación del procedimiento en caso de incendio forestal.
<p>Derrame / Incendio</p>	<p>Medidas no estructurales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reforzar periódicamente (por lo menos dos veces por semestre), con el personal directo de la Compañía y demás Contratistas sensibilizaciones relacionadas en el tema, incluido el manejo de extintores, bajo enfoque de seguridad industrial, a través del espacio conocido como “Viernes Seguro”. ● Contar con dispositivos de extinción de fuego al realizar actividades cerca de materiales inflamables. ● Prohibición de fumar en lugares con exposición a incendios y explosiones. ● Solo personal autorizado podrá realizar trabajos en caliente. ● Manejo adecuado de combustibles y sustancias químicas con potencial de generar incendios. ● Asegurar el cargue oportuno de los equipos de extinción de fuegos antes de su caducidad, detectados durante las inspecciones periódicas programadas en las diferentes áreas de la Mina. ● Continuar con las inspecciones preventivas del sistema eléctrico COP Mina e instalaciones de EPSA con el apoyo de la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico de la Compañía. ● Acordar con EPSA que, dentro de su Plan Semestral de Sensibilización a su personal, se aborde una charla sobre los mecanismos de prevención y actuación ante un incendio estructural. ● Aplicación del procedimiento en caso de incendio estructural.
<p>Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina</p>	<p>Medidas no estructurales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mantenimiento preventivo y/o correctivo de la maquinaria. ● Normas para el desplazamiento de vehículos dentro de la planta, control de velocidad y asignación de sitios de parqueo. ● Formación en seguridad vial al personal que realiza operación de

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	<p>equipos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reforzar cada mes con el personal directo de la Compañía y demás Contratistas sensibilizaciones relacionadas en el tema, bajo enfoque de seguridad industrial, a través del espacio conocido como “Viernes Seguro”. ● Acordar con EPSA que, dentro de su plan de capacitación anual, incluya semestralmente el tema sensibilización en prevención y actuación frente a incidentes con maquinaria a su personal. ● Socializar los “Standard Works” que impliquen manejo de maquinaria con el personal directo que labora en la Mina La Esmeralda antes del inicio de actividades. ● Instalar en el Taller de la Mina una señal institucional de “Piensa bien tu tarea antes de actuar”. ● Control del cumplimiento de mínimos de seguridad vial por parte del área de seguridad física y seguridad industrial a los equipos que ingresan a la operación. ● Verificación gestión documental de equipos a través de la plataforma CLEVER.
<p>Emisión de material particulado y contaminantes criterio por encima de los límites máximos permisibles</p>	<p>Medidas no estructurales</p> <ul style="list-style-type: none"> ● El riego de vías es una medida altamente efectiva, para el control de material particulado. ● Velocidad máxima de tránsito dentro de la mina de 20 Km/hora

Fuente: Elaboración propia

10.3.2.2. Intervención prospectiva.

La ley 1523 de 2012 define prevención del riesgo como “medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo”. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible” (Ley 1523 de 2012).

Para esta fase del proyecto se plantea la aplicación de medidas prospectivas para la reducción del riesgo. Estas medidas de carácter estructural y no estructural son complementarias con las medidas planteadas, desarrolladas en el capítulo 11.1.1 Plan de Manejo Ambiental, que permiten manejar los impactos identificados en las diversas fases del proyecto y que con su aplicación aportan también a la reducción de los riesgos evaluados.

Los aspectos que se encuentran relacionados con la intervención prospectiva están asociados a:

<p>Los condicionamientos de uso y ocupación definidos por el EOT y/o por cualquier otro instrumento de planificación</p>	<p>Áreas asociadas a suelos con potencialidad para conservación y en general zonas de importancia para la conservación, en las cuales se requiere desarrollar actividades de recuperación. Cuerpos de agua con alguna sensibilidad o potencialidad de asimilación de contaminantes de acuerdo con la densidad de drenaje de la microcuenca. Centros poblados y núcleos</p>
--	--

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

	poblados receptores de contaminación atmosférica, zonas con vulnerabilidad de presentar procesos de remoción en masa y adicionalmente zonas con algún grado de vulnerabilidad hidrogeológica.
Restricciones para el establecimiento de la actividad y la de su área de influencia que por su fragilidad requieran protección.	Respecto a la zonificación ambiental para las unidades destinadas a la producción económica, agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola y minera, es importante tener en cuenta que son actividades que revisten cierto grado de sensibilidad, encontrándose zonas principalmente con mediana sensibilidad ambiental, correspondientes a las actividades agropecuarias equivalentes al 14,66%, por su parte las áreas destinadas a las actividades comerciales que se encuentran centralizadas en el centro poblado del corregimiento de Payandé revisten una alta sensibilidad, y corresponden al 65,25%, No obstante se encuentran áreas de desarrollo económico con potencialidad, correspondientes a las áreas aptas para el desarrollo minero las cuales corresponden al 20,07% del total del área de influencia socioeconómica estudiada No se presentan áreas de fragilidad que requieran protección.
Identificar la reglamentación que condiciona, restringe y/o que prohíbe la ocupación permanente de áreas expuestas y propensas a eventos amenazantes definidas o adoptadas por los entes territoriales.	Para el área del proyecto no se identifica reglamentación o normatividad que restrinja o prohíba la ocupación del área. Sin embargo a partir de las áreas de afectación identificadas se garantiza que no se ocupan áreas por parte de la población o por actividades económicas en áreas del proyecto y se generarán advertencias sobre los riesgos asociados en áreas externas.

Fuente: Elaboración propia

- *Intervención prospectiva Riesgos geotécnicos*

Dados los riesgos geotécnicos identificados en el marco de las actividades a realizarse en un futuro como parte de las actividades de extracción enmarcadas en el TM 6823, las cuales no distan de las labores que se han venido llevando a cabo en la Mina Esmeralda (TM 4205); no se plantea una modificación en lo que respecta a las medidas y políticas que actualmente se están implementando para mitigar o reducir el riesgo asociado a la falla de los taludes de la zona de explotación. En este sentido las actividades de índole prospectivo para contrarrestar los riesgos geotécnicos identificados se centran en:

- Manejo de aguas superficiales
- conformación de taludes con factores de seguridad altos indicativos de niveles de amenaza medios y bajos.
- monitoreo geotécnico complementario mediante instrumentos
- visitas de inspección periódica.

En cuanto a la geometría de los taludes de excavación, vale la pena resaltar que se ha tenido como premisa la obtención de factores de seguridad de una magnitud tal que impliquen un nivel de amenaza entre medio y bajo, brindando mejores condiciones de seguridad.

Los detalles del monitoreo geotécnico complementario y las visitas de inspección se presentan en el capítulo 5.1.7. Geotecnia.

En la Tabla 96 se presentarán las medidas prospectivas identificadas:

Tabla 96. Medidas prospectivas

Escenario de Riesgo	Estrategias operativas
Actos hostiles en contra de la reputación de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> ● Socialización con las comunidades, habitantes del Municipio y generar participación ciudadana en temas relacionados con las actividades del Proyecto. ● Generar buena percepción de seguridad y confianza de las actividades de la empresa en el Municipio. ● Tener información permanente de las condiciones de orden público de la zona. ● Establecer condiciones laborales conforme a la ley y lo pactado. ● PMA-SOC-03 Programa de fortalecimiento institucional
Hurto o sabotajes sobre la infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> ● Avisar a las autoridades. ● Coordinar con el área de seguridad física del Proyecto el manejo de entradas y salidas. ● Seguridad en general de los bienes y servicios del Proyecto. ● Buscar refugio o evacuar dependiendo del peligro del evento. ● Activar el plan de emergencias. ● Revisar permanentemente las condiciones de seguridad de las instalaciones y áreas del Proyecto.
Erupción volcánica	<ul style="list-style-type: none"> ● Demarcar en toda el área del Proyecto las Zonas de Seguridad para evitar exposición a gases tóxicos, flujos de escombros, flujos hiperconcentrados, fumarolas y cenizas. ● Conocimiento del Plan de Contingencia del Volcán Cerro Machín y del Plan Departamental de Gestión del Riesgo del Tolima. ● Acordar que la zona de refugio esté alejada de los cauces de las quebradas o cercanía a cuerpos de agua que pueden formar lahares. ● Activar el sistema de alerta para advertir la emergencia.
Derrame / Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ● Continuar con los programas de inspecciones periódicas del tanque de combustible, realizado por parte del personal de Mantenimiento de la Compañía o personal del operador de la Mina. ● Continuar con los simulacros de evacuación y entrenamientos en manejo y uso de extintores. ● Aplicación del procedimiento en caso de incendio estructural.
Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	<ul style="list-style-type: none"> ● Hacer seguimiento a los límites de utilización de la maquinaria en la medida en que su vida útil se va reduciendo. ● Manipular e intervenir maquinaria conforme a experiencia y competencia. ● Continuar con la capacitación de maquinaria, especialmente en temas de funciones de seguridad y candadeo, validación de distancias de seguridad y guardas.
Emisión de material particulado y contaminantes criterio (PM10 y NO2) por encima de los límites máximos permisibles	<ul style="list-style-type: none"> ● Continuar las labores de control por parte de la Interventoría Ambiental Externa con la cual cuenta la Mina y que reporta eventuales contingencias presentadas tanto al Coordinador de Materias Primas como a la plataforma interna de incidentes ambientales.

Escenario de Riesgo	Estrategias operativas
	<ul style="list-style-type: none"> Continuar haciendo seguimiento al Plan de riesgo de vías internas de la Mina al contratista EPSA, reportando incumplimientos o acciones de mejora a la Coordinación de Materias Primas. Continuar con los estándares de certificación técnico – mecánica de cualquier automotor que ingrese a la Mina La Esmeralda.

Fuente: Elaboración propia

10.3.2.3. Protección Financiera.

Son los instrumentos del mercado financiero suscritos de manera anticipada para disponer de recursos económicos, una vez se materialice el riesgo, para cubrir el costo de los daños y la recuperación.

Los costos económicos que se derivan como consecuencia de los riesgos de desastres no gestionados oportuna o correctamente deberán ser asumidos por el responsable de la actividad de conformidad con lo definido en el presente capítulo.

Del análisis de riesgo realizado y las medidas de reducción del riesgo implementadas se obtendrán menores exposiciones. La entidad responsable deberá suscribir coberturas financieras que le permitan atender los impactos ante la ocurrencia de un desastre ya sea por el ejercicio de la actividad propia o por aquellos eventos de origen natural que afecten directamente a la entidad o al entorno acorde a las ofertas que para ello ofrezca el mercado financiero.

10.3.3. Proceso del manejo del desastre.

En el presente capítulo de proceso de manejo de la contingencia, se formularán las medidas de control y atención a las situaciones potenciales de emergencia planteadas como escenarios dentro del capítulo del proceso de conocimiento del riesgo. Este plan se desarrollará en dos capítulos que comprenden la preparación y ejecución de la respuesta ante la ocurrencia de emergencias de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2157 de 2017.

A continuación, se presenta el plan de emergencias y contingencias – PEC, el cual contiene los escenarios posibles y priorizados (identificados en el conocimiento del riesgo) define la preparación y la ejecución para la respuesta a emergencias. De igual forma el presente Plan de Emergencias y Contingencia se desarrolló bajo los lineamientos establecidos por el CEMEX Colombia S.A., específicamente los contenidos en el documento:

- Plan de Contingencias, Mina La Esmeralda. Corregimiento Payandé, San Luis - Tolima (2017)

10.3.3.1. Componente de preparación para la respuesta a emergencias

Es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva, entrenamiento, entre otras, necesarios para optimizar la ejecución de la respuesta

10.3.3.1.1. Componente de preparación para la respuesta a emergencias.

10.3.3.1.1.1. Capacitación.

Se implementará un cronograma de capacitación al interior de la mina La Esmeralda el cual está dirigido a divulgar el Plan de Gestión del Riesgo y a concretar la responsabilidad individual en su ejecución, además de establecer las pautas para relacionarse con el entorno y con el fin de alcanzar una interacción armónica con la comunidad.

La capacitación de las brigadas se actualizará de manera anual, esta deberá enfocarse tanto a los grupos operativos como al nivel de toma de decisiones. Para tal fin, se indica que estas capacitaciones deberán no solo ser de carácter teórico, sino que deberán contener un alto grado de práctica, con el fin de generar un mejor apropiamiento de los conocimientos por parte de los actores involucrados, mediante la generación de simulaciones (nivel toma de decisiones) y simulacros (nivel operativo) de situaciones de emergencia en el desarrollo del proyecto. De igual forma se deberá capacitar extraordinariamente al personal nuevo que ingrese en cada etapa del proyecto.

De igual forma se divulgará el presente plan de gestión de riesgos a Entidades gubernamentales, al Sistema nacional de gestión de Riesgo y al corregimiento de Payandé.

Se implementarán los siguientes indicadores asociados a la capacitación del personal:

Tabla 97. Indicadores

Indicador	Qué mide	Indicador
EFICIENCIA	Cobertura de la capacitación y el entrenamiento	$\frac{\text{Total Personas capacitadas}}{\text{Total Personas de la Unidad}}$
EFICACIA	Calidad de la Capacitación y el entrenamiento	$\frac{\text{Puntaje real obtenido}}{\text{Puntaje esperado}}$

Fuente: Elaboración propia

Las estrategias para lograr el proceso de capacitación y entrenamiento de los grupos de interés (trabajadores, comunidades, autoridades y entidades de apoyo), corresponden a acciones de divulgación, contenidos especializados de capacitación y realización de ejercicios de entrenamiento, simulacros, entre otros.

En la, se presenta el siguiente plan de formación de carácter anual para las personas que se encuentran vinculadas con el manejo de la emergencia o que de una u otra forma hacen parte de los equipos de respuesta de emergencia.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tabla 98. Programa de capacitación

Tema	Intensidad en horas	Dirigido a			
		Comité Emergencia	Jefe de Emergencia	Líder Brigada de Emergencia	Brigada de Emergencia
Socialización del Plan de gestión del riesgo	2	X	X	X	X
Organización y administración de emergencias	2	X	X	X	X
Liderazgo y Comunicación Asertiva	2	X	X	X	X
Práctica de Evacuación (Escritorio y Real)	2	X	X	X	X
Protocolos de primeros auxilios	2	X	X	X	X
Prevención y control de incendios y derrames	2		X	X	X
Protocolo de actuación ante emergencias	2		X	X	X
Prevención y Control de Incendios	2		X	X	X
Prevención y Control de Derrames	2		X	X	X
Actuación ante Sismos	2		X	X	X
Actuación ante Explosiones	2		X	X	X
Sistemas de Prevención Emergencias	2	X	X	X	X

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tema	Intensidad en horas	Dirigido a			
		Comité Emergencia	Jefe de Emergencia	Líder Brigada de Emergencia	Brigada de Emergencia
Evacuación de Instalaciones	2	X	X	X	X
Técnicas de Búsqueda y Rescate	2		X	X	
Preparación de Simulacros	2	X	X	X	X
Simulacros de Emergencia y Evacuación	2				
Trabajo en Equipos	2	X	X	X	X
Auxiliares y Socorredores Mineros	2				
Práctica general de la Brigada de Emergencia	2		X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Programa de formación e información a todo el personal sobre el Plan General de Emergencias

Se plantea el siguiente plan de formación (Ver Tabla 99) de carácter anual para los funcionarios, contratistas y visitantes, que son usuarios permanentes o temporales de las instalaciones pero no hacen parte de los equipos de respuesta a emergencia.

Tabla 99. Plan de formación

Tema	Intensidad en horas
Socialización del plan de gestión del riesgo	2 (Semestral)
Respuesta a emergencias	2 (Semestral)
Uso de equipos de respuesta a emergencias	2 (Semestral)

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tema	Intensidad en horas
Simulacro de Emergencias	2 (Semestral)

Fuente: Elaboración propia

10.3.3.1.1.2. Simulaciones y simulacros.

La Mina la Esmeralda establece como mínimo un simulacro al año donde se evalúa la capacidad de respuesta a los diferentes tipos de emergencia. Evacuación, primeros auxilios e incendios.

Para la realización de simulaciones y simulacros se debe garantizar el diligenciamiento de lo establecido en los formatos: CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.007 Planeación y guión del simulacro, CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.008 Bitácora de la emergencia, CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.009 Evaluación del simulacro y CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.010 Informe del simulacro.

10.3.3.1.1.3. Equipamiento.

Brigada de Emergencias: Se dispone de una brigada de emergencias la cual se apoya con las brigadas de emergencia de los contratistas. Y soporte del personal administrativo de la operación.

Se cuenta con vehículos permanentemente en las instalaciones de la mina los cuales están al servicio para el traslado de personal para la atención de emergencias que se pudieran presentar.

La mina cuenta con un área de primeros auxilios habilitada con botiquín Tipo A, además se presta soporte médico por un profesional asignado a la operación.

10.3.3.1.1.4. Planeación y organización.

En la estructuración del Plan de Emergencia es necesario asignar funciones, responsabilidad y autoridad para tomar decisiones y ejecutar acciones que conlleven al control de una emergencia. Para la atención oportuna a las emergencias que se puedan presentar en la mina La Esmeralda, se adoptó el SCI bajo Norma NFPA 1561 Sistemas de administración de incidentes para servicios de emergencia.

En la siguiente Tabla se presentan los criterios para la clasificación del grado de emergencia.

Tabla 100. Criterios para la clasificación del grado de emergencia

Criterio	GRADO I	GRADO II
Definición	<p>Emergencia local que por su magnitud, duración y consecuencias potenciales puede ser atendida y controlada con los recursos disponibles en el área afectada.</p> <p>Requiere la activación del jefe de planta, Coordinador y/o designado de Seguridad Industrial, Brigada de emergencias y discrecionalmente el apoyo de un Organismo de Seguridad y Socorro externo o del servicio de ambulancia que tiene contratado CEMEX Colombia S.A.</p>	<p>Emergencia que por su magnitud y severidad requiere la activación de los trabajadores, nivel gerencial, directores, vicepresidencia, contemplados en la estructura organizacional para incidentes con el apoyo total de Organismos de Seguridad y Socorro Externos además del servicio de ambulancia que tiene contratado CEMEX Colombia S.A.</p> <p>Se cuenta con la participación del Comandante de Incidente, Jefe de la Sección de Operaciones, Jefe de la Sección Logística y Jefe de la Sección Administración / Finanzas.</p>
Consecuencias	<p>Personas: puede incluir primeros auxilios sin incapacidad.</p> <p>Equipos e instalaciones: se pueden presentar daños menores con interrupción breve de la actividad.</p> <p>Ambiental: pequeña descarga de productos al interior del área, controlada por el personal de la mina.</p>	<p>Personas: puede incluir lesiones graves que demandan tratamiento y traslado a un centro médico especializado.</p> <p>Equipos e instalaciones: se pueden presentar daños mayores o generalizados con suspensión prolongada de actividades.</p> <p>Ambiental: puede presentar daño ambiental grave o serias molestias que afectan a la comunidad</p>
Evacuación	<p>Puede requerir la evacuación parcial.</p>	<p>Puede requerir evacuación de la totalidad de una edificación y/o área de la mina.</p> <p>Puede requerir evacuación de la comunidad.</p>
Sistema de Alarma	<p>En caso primeros auxilios y/o enfermedad súbita: sonido continuo (alarma electrónica) durante 30 segundos o sistema verbal por parte del jefe de planta y/o coordinador de seguridad industrial con el fin de activar la brigada de emergencia.</p> <p>En caso de Evacuación: Sonido continuo (Alarma electrónica) hasta que se dé la orden de desactivación por el jefe de planta.</p>	

criterio	GRADO I	GRADO II
Personal Requerido	Jefe de planta Coordinador y/o designado de Seguridad Industrial Brigada de emergencias Guías de evacuación Trabajadores directos y/o contratistas	Recursos adicionales a los utilizados en la emergencia grado I: Vicepresidencia directores Gerentes Organismos de apoyo externo: Cruz Roja, Defensa Civil y Bomberos

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Funciones de los equipos de brigada.

A continuación en las siguientes figuras se muestran las funciones de los diferentes grupos actores en el manejo de las emergencias y contingencias dentro de las áreas del proyecto, Grupo de primeros auxilios (Ver Figura 71), Grupo de evacuación (Figura 72), control de incendios (Figura 73).



Figura 71. Grupo primeros auxilios
Fuente: Elaboración propia

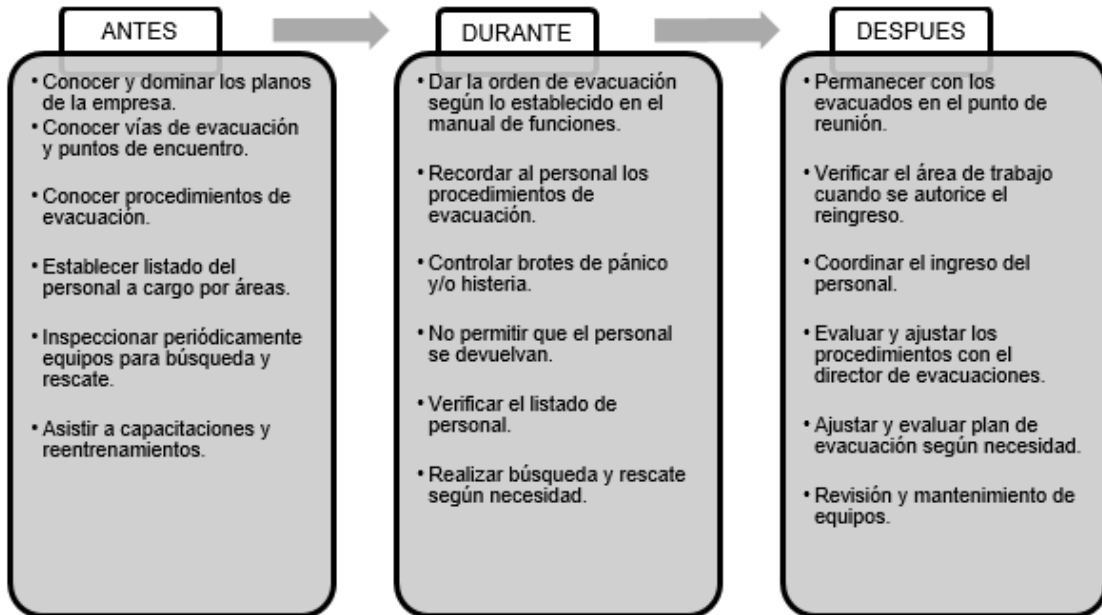


Figura 72. Grupo evacuación
Fuente: Elaboración propia

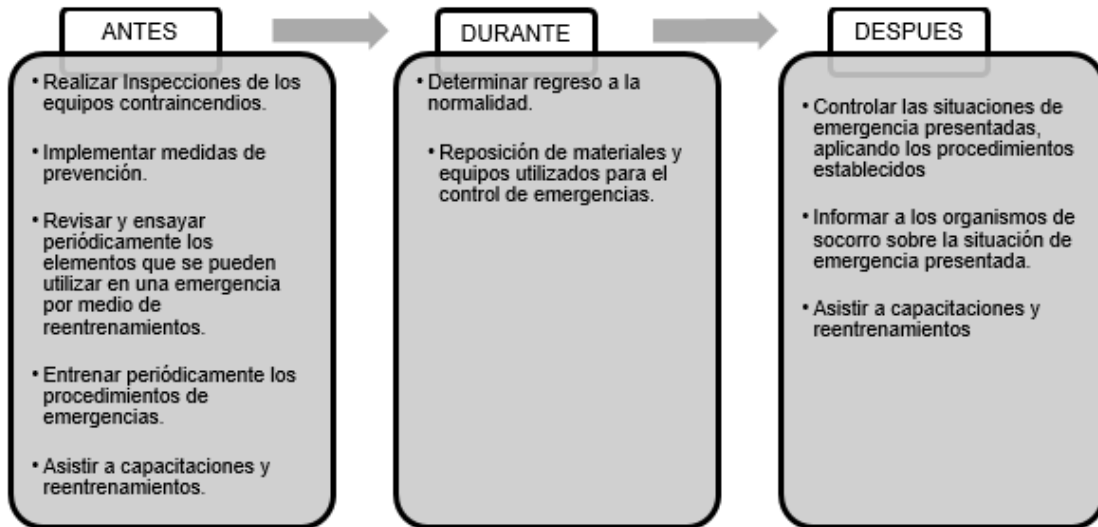


Figura 73. Control de incendios
Fuente: Elaboración propia

10.3.3.1.1.5. *Equipo de respuesta del plan de emergencia y contingencia.*

El equipo de respuesta del plan de emergencia y contingencia se encuentra descrito detalladamente en el numeral 10.3.1.1.4. Contexto del proceso de gestión del riesgo.

10.3.3.1.1.6. *Roles y responsabilidades.*

Los roles y responsabilidades del plan de emergencia y contingencia se encuentran descrito detalladamente en el numeral 10.3.1.1.4. Contexto del proceso de gestión del riesgo. a) Roles y responsabilidades.

Los roles institucionales de la entidad deben ser considerados conforme al nivel de autoridad y de competencia en el nivel de la emergencia. Lo anterior no configura bajo ninguna circunstancia la delegación de responsabilidades de la entidad generadora del evento frente a la implementación de todas las acciones del PEC hasta la finalización de la emergencia, así como la puesta en marcha de su plan de continuidad. Véase Tabla 101.

Tabla 101. Nivel de actuación según nivel de emergencia

Nivel de actuación	Tipo de coordinación	Función General	Cargo	Nivel de emergencia	Rol Principal	Tareas
Los que están en el Nivel Estratégico	Ejercen la Coordinación General	Analizan la situación de emergencia o desastre. Toman decisiones y comunican que hacer.	Vicepresidente de comunicaciones Vicepresidentes de Director de Clúster Director RHHH Gerente de seguridad industrial Gerente de seguridad física	C E	2	Dirigen Coordinan funciones
Los que están en el Nivel Táctico	Ejercen Coordinación operativa	Determinan y comunican cómo hacerlo	Jefe de Planta Gerentes de Planta Coordinador COP Coordinador seguridad industrial y/o encargado	C E	1	Supervisan Consiguen y/o ponen a disposición los recursos necesarios.
Los que están en el Nivel práctico u operativo	Actúan de manera coordinada de acuerdo con instrucciones	Lo hacen	Brigada de emergencias Guías de evacuación Trabajadores Contratistas	C E	1	Ejecutan Usan recursos

Fuente: Elaboración propia

10.3.3.1.1.7. Inventario de recursos

A continuación se relaciona la existencia actual de los recursos para atender una contingencia de cualquier naturaleza, dentro de las instalaciones de CEMEX, se tiene:

- Recursos humanos

Parte del personal y equipos empleados en la operación de la mina es contratado con una firma especializada en explotación minera, por lo que la estructura de personal a mostrar de la Tabla 102 a la Tabla 105, corresponde al personal directo y contratistas de la Compañía. Esta operación es parte integral de las actividades de explotación del Área 1 que incluye los frentes de caliza y puzolana en los Contratos 8-4205, 06823 y 0745-73:

Tabla 102. Personal explotación minera

Id	Cargo	Cantidad	Empresa
1	GERENTE DE MATERIAS PRIMAS Y AC	1	CEMEX
2	COORDINADOR MATERIA PRIMA	1	CEMEX
3	INGENIERO RESIDENTE	1	EXTERNO
4	JEFE DE OBRA	1	EXTERNO
5	SUPERVISOR SISO	1	EXTERNO
6	TOPOGRAFO	1	EXTERNO
7	MECÁNICOS	5	EXTERNO
8	OPERADORES RETROEXCAVADORAS	4	EXTERNO
9	CARGADOR FRONTAL	2	EXTERNO
10	OPERADOR DE CAMION	11	EXTERNO
11	BULDOZER	1	EXTERNO
12	MOTONIVELADORA	1	EXTERNO
13	CARROTANQUE	2	EXTERNO
14	VIBRO COMPACTADOR	1	EXTERNO
	TOTAL	33	

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

Tabla 103. Personal Conminación y Transporte Continuo

Id	Cargo	Cantidad	Empresa
1	LÍDER DE CANTERA (COP)	4	CEMEX
2	TÉCNICOS DE CANTERA	5	CEMEX
3	MANTENIMIENTO LIMPIEZA CIRCUITO	4	EXTERNO
4	AUXILIAR	1	EXTERNO
	TOTAL	14	

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

Tabla 104. Cuadrilla Ambiental y equipo social

Id	Cargo	Cantidad	Empresa
1	GRUPO AMBIENTAL	2	CEMEX
2	GRUPO SOCIAL	2	CEMEX
	TOTAL	4	CEMEX

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

Tabla 105. Áreas de Apoyo

Id	Cargo	Cantidad	Empresa
1	ASEO	1	EXTERNO
2	VIGILANCIA	4	EXTERNO
	TOTAL	5	

Fuente: PTO, Cemex Colombia, 2018

- Recursos físicos: Referente a equipos para la atención de siniestros de cualquier naturaleza, se relacionan a continuación los listados de existencia dentro de las instalaciones, distribuidos como se muestra en las siguientes tablas

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Tabla 106. Inventario de Extintores

Área	Ubicación	Cantidad	Tipo	Capacidad
Oficinas	Contenedor piso 1	1	Multipropósito ABC	20 libras
Oficinas	Contenedor piso 2	1	Multipropósito ABC	20 libras
Combustible	Estación surtidor punto 1	1	Multipropósito ABC	150 libras
Combustible	Estación surtidor punto 2	1	Multipropósito ABC	20 libras
Taller	Taller campamento	2	Multipropósito ABC	20 libras
Campamento	Almacén	1	Multipropósito BC CO2	20 libras
Campamento	Herramienteria	1	Multipropósito BC CO3	20 libras
Subestación	Subestación externa	1	Multipropósito ABC	20 libras
Subestación	Subestación interna	2	Multipropósito ABC	20 libras
Triturado	Trituradora primaria	1	Multipropósito ABC	20 libras
Triturado	Trituradora secundaria	1	Multipropósito ABC	20 libras
Banda mina	Cola punto 1	1	Multipropósito ABC	20 libras
Banda mina	Cola punto 2	1	Multipropósito ABC	20 libras
Banda mina	Cola punto 3	1	Multipropósito ABC	20 libras

Fuente: PE CEMEX, Mina La Esmeralda

Tabla 107. Inventario de equipos para atención de emergencias

Equipo	Estado	Cantidad	Área
Camilla rígida tipo FELL	Bueno	1	Quiosco
Camilla rígida tipo FELL	Bueno	1	Oficina EPSA
Camilla enfermería	Bueno	1	Enfermería

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Equipo	Estado	Cantidad	Área
Tabla de medio dorso	No	0	NA
Kit de inmovilizadores	No	0	NA
Botiquín	Bueno	5	COP, enfermería, quiosco, taller , oficinas, EPSA
Collarín cervical	Bueno	2	Enfermería, quiosco
Equipos de Auto contenidos	No	0	NA
Ambulancia	No	0	NA

Fuente: PE CEMEX, Mina La Esmeralda

Tabla 108. Inventario de equipos de rescate

Equipo	Estado	Cantidad	Área
Extractor de Humo	NO	0	COP
Cuerdas de rescate	SI	1	COP
Arneses	SI	2	COP
Poleas	SI	2	COP
Cascos	SI	2	COP
Linternas	SI	2	COP
Equipos de Auto contenidos	NO	0	
Plantas eléctricas	SI	1	MINA
Compresor	NO	0	
Detector de gases	NO	0	
Motobombas	SI	1	MINA
EPIS para protección contra incendios	NO	0	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Equipo	Estado	Cantidad	Área
EPIS para protección de sustancias químicas	NO	0	
Kit para derrame de combustibles	SI	2	TALLER
COP: Operador de cuarto de control			

Fuente: PE CEMEX, Mina La Esmeralda

10.3.3.1.1.8. Apoyo a terceros.

A la fecha, la Mina la Esmeralda se encuentra estableciendo el plan de ayuda mutua con empresas contratistas que desarrollan actividades en las instalaciones. A través del presente Plan de Ayuda Mutua se establece un acuerdo de apoyo de recursos entre las diferentes partes interesadas con el fin de brindar respuesta a los eventos de emergencias que puedan presentarse dentro de la edificación.

10.3.3.1.2. Componente de ejecución para la respuesta a emergencias.

Este componente define el marco de actuación de la entidad para responder a los diferentes eventos adversos que se puedan presentar.

10.3.3.1.2.1. Objetivos y alcance

Objetivos específicos

- Establecer una política dirigida a la prevención y atención de emergencias, definiendo el compromiso de sus directivas y la participación de los demás estamentos.
- Articular el proceso de gestión del riesgo con los objetivos y alcances de la política de CEMEX para garantizar su implementación en el proyecto.
- Establecer los procedimientos operativos a seguir por parte de funcionarios, contratistas y visitantes ante una situación de emergencias.
- Determinar el plan de formación para todas las personas, sobre los procedimientos establecidos.

10.3.3.1.2.2. Niveles de Emergencia.

GRADO I: Emergencia local que por su magnitud, duración y consecuencias potenciales puede ser atendida y controlada con los recursos disponibles en el área afectada.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Requiere la activación del jefe de planta, Coordinador y/o designado de Seguridad Industrial, Brigada de emergencias y discrecionalmente el apoyo de un Organismo de Seguridad y Socorro externo o del servicio de ambulancia que tiene contratado CEMEX Colombia S.A.

GRADO II: Emergencia que por su magnitud y severidad requiere la activación de los trabajadores, nivel gerencial, directores, vicepresidencia, contemplados en la estructura organizacional para incidentes con el apoyo total de Organismos de Seguridad y Socorro Externos además del servicio de ambulancia que tiene contratado CEMEX Colombia S.A.

Se cuenta con la participación del Comandante de Incidente, jefe de la Sección de Operaciones, jefe de la Sección Logística y jefe de la Sección Administración / Finanzas.

Tabla 109. Niveles de emergencia internos

Ámbito Interno -CEMEX	
Criterios de definición internos	
Emergenci a nivel 1	Afecta solo a una sección o área dentro de la empresa
	Se puede atender con la activación parcial del Plan General de Respuesta a Emergencias.
	Puede ser controlada con los recursos humanos, materiales y técnicos del área.
	Requiere evacuación parcial del área o no requiere evacuar
	Genera bajo impacto ambiental y/o residuos no peligrosos de diversa cantidad o genera residuos peligrosos en pequeñas cantidades.
	La respuesta a la misma no genera nuevos peligros para los Brigadistas.
	No trasciende a terceros
	Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los bienes internos de la organización.
Criterios de definición internos	
Emergenci a nivel 2	Afecta en una sección o área de la empresa con alta posibilidad de afectar otra(s).
	Para su control requiere de la activación completa del Plan General de Respuesta a Emergencias.
	Requiere la participación de la Brigada de Emergencia.
	Plantea la necesidad de utilizar recursos humanos, materiales y técnicos de otras áreas.
	Genera evacuación completa de áreas comprometidas en la emergencia.
	Genera residuos no peligrosos y/o peligrosos en cantidades medias.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Ámbito Interno -CEMEX	
	La respuesta a la misma genera nuevos peligros para los Brigadistas que pueden ser controlados con diferentes medidas de prevención.
	No trasciende a terceros
	Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los bienes externos a la organización.
Criterios de definición internos	
Emergenci a nivel 2	Afecta de forma general el área y amenaza con extenderse a otras áreas.
	Requiere la activación total del Plan General de Respuesta a Emergencias y la solicitud de ayuda externa.
	Obliga a la evacuación total de las instalaciones de la empresa.
	Tiene riesgo inminente sobre la integridad física de los trabajadores y estructuras y medio ambiente.
	Genera impactos ambientales significativos tales como grandes cantidades de residuos peligrosos con afectación directa sobre el medio ambiente en forma incontrolada y puede involucrar otras partes interesadas.
	Afecta a terceros, inclusive a la comunidad
	Se produce responsabilidad civil en el ambiente y en los bienes externos a la organización.

Fuente: Elaboración propia

El tipo de emergencias esperadas en el área del proyecto se puede observar a continuación en la Tabla 110. Estos niveles internos se determinaron de acuerdo con las áreas de afectación estimadas en el capítulo de Conocimiento del riesgo.

Tabla 110. Escenarios vs niveles de emergencia

EVENTO	GRADO DE EMERGENCIA ESPERADO
Incendios forestales	NIVEL 1
Derrame e incendio en tanque de ACPM	NIVEL 2
Ocurrencia de movimientos en masa naturales en el área de influencia del Proyecto	NIVEL 1

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

EVENTO	GRADO DE EMERGENCIA ESPERADO
Sismos en el área de influencia del Proyecto	NIVEL 1
Hurto, vandalismo, desmantelamiento y/o daño de equipos	NIVEL 1
Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	NIVEL 1
Incendios forestales	NIVEL 1
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	Condición normal y extrema
	NIVEL 1
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	Condición normal y extrema
	NIVEL 1
Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación	Condición normal y extrema
	NIVEL 1
Derrame e incendio en tanque de ACPM	NIVEL 1
Fallas en las actividades de operación y mantenimiento de equipos / maquinaria	NIVEL 1
Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	NIVEL 1
Erupción del Volcán Cerro Machín	-
Inundaciones por desbordamiento del Río Coello	-
Emisiones por encima de los límites máximos permisibles (Escenario Crítico: 24 horas en Condición máxima de explotación de mineral (Año 10) - Sin medidas de control)	-

Fuente: Elaboración propia

El Grado de emergencia dos (2) de CEMEX: Es equivalente al nivel de emergencia uno (1) Ámbito Nacional.

Si la magnitud del evento aumenta, el ámbito nacional puede declarar un nivel de emergencia mayor, según los criterios de definición determinados en los protocolos contenidos en la "Guía Metodológica para la Elaboración de la Estrategia de Respuesta Municipal" de la UNGRD (declarando desastre y/o calamidad pública) véase Tabla 111. Sin embargo, no es el

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

caso de CEMEX (mina la esmeralda) ya que ningún riesgo evaluado genera una magnitud de afectación, demanda de recursos técnicos y físicos significativos.

Tabla 111. Niveles de emergencia externos

Ámbito Externo – Consejo Municipal de Gestión del Riesgo					
Criterios Definición según la Ley 1523 de 2012					
Alerta Verde Nivel 1	Peligro bajo	<p>El evento puede ser atendido con recursos principalmente de las instituciones locales.</p> <p>Durante este momento no existe evidencia de ningún tipo de afectación social o institucional.</p> <p>Es posible atender las necesidades por parte de las instituciones del Municipio, sin afectar la normalidad del municipio y los servicios.</p> <p>No se requiere declaratoria de calamidad pública o urgencia manifiesta.</p>	Alerta amarilla Nivel 2	Peligro Moderado - Preparación	<p>El evento puede ser atendido con recursos principalmente de las instituciones locales.</p> <p>No se requiere declaratoria de calamidad pública o urgencia manifiesta.</p> <p>Existen uno o dos sitios puntuales de afectación.</p> <p>Se pueden presentar hasta cinco víctimas potenciales.</p> <p>Entre cinco y diez familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.</p> <p>Al menos una institución ejecutora de la respuesta presenta riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.</p>

Ámbito Externo – Consejo Municipal de Gestión del Riesgo					
Alerta Naranja Nivel 3	Peligro Alto - Alarma	<p>El evento puede ser atendido por el municipio con apoyos en líneas puntuales del nivel departamental.</p> <p>Se amerita declaratoria de urgencia manifiesta o calamidad pública.</p> <p>Existe afectación extendida dentro de un barrio o una vereda. Existen tres sitios puntuales de afectación.</p> <p>Se pueden presentar más de 5 víctimas potenciales.</p> <p>Entre diez y 20 familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.</p> <p>Al menos dos instituciones ejecutoras de la respuesta presentan riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.</p>	Alerta Roja Nivel 4	Peligro Máximo	<p>Dos barrios o veredas presentan afectación extendida o hay cuatro sitios puntuales de afectación en el municipio.</p> <p>Se pueden presentar más de 50 víctimas potenciales.</p> <p>Entre 20 y 40 familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.</p> <p>La Alcaldía Municipal presenta riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.</p> <p>Para atender este evento se requiere declaratoria de calamidad pública, elaboración de Plan de Acción Específico y apoyo del nivel departamental y nacional.</p>

10.3.3.1.2.3. Alerta, alarma y niveles de activación.

- **Alerta**

Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el análisis de riesgo y el monitoreo del comportamiento de la respectiva amenaza; para que población de la entidad y el área de influencia del área de probable afectación involucrada en la emergencia, activen procedimientos de acción previamente establecidos para tomar precauciones específicas debido a la probable y/o cercana ocurrencia de un evento adverso.

Para efectos de armonización con la Estrategia Nacional de Respuesta y las estrategias en los niveles regional y local los niveles de alerta para la articulación territorial en la emergencia estarán asociados con un código de colores que servirá para iniciar las tareas de acuerdo con cada situación, a continuación en la Tabla 10.191, se discriminan los ámbitos y los tipos de alerta para el proyecto:

Tabla 105. Tipos de Alerta Cemex

Ámbito Interno (CEMEX)	Blanca	Peligro potencial
	Azul	Peligro mínimo
Ámbito Nacional	Verde	Acciones de normalidad en las actividades
	Amarillo	Acciones de preparación para la respuesta
	Naranja	Acciones de Alistamiento
	Rojo	Acciones de Inicio de las acciones de Respuesta

Fuente: Tomado y ajustado del plan de contingencias mina la Esmeralda, CEMEX Colombia S.A, 2017

Los tipos de alerta establecidos para la operación de la planta y la mina, al igual que sus significados y secuencias, acorde con el tipo de amenaza y con el gradiente de gravedad planteado por los escenarios de emergencia, se presentan a continuación:

- **Alerta Blanca** (Acciones de normalidad en las actividades internas de la empresa - peligro potencial)
La alerta blanca se establece y se adopta sólo para el manejo interno de la empresa. Es declarada por el jefe de operaciones o el ingeniero disponible que ejerce su suplencia. Significa que existen indicios, circunstancias o indicadores de la ocurrencia de un evento amenazante. La situación correspondiente a este nivel de alerta es de peligro potencial; no hay declaratoria de alerta externa a las autoridades o comunidades del entorno. Significa que CEMEX está en desarrollo un proceso de intensificación de las actividades de monitoreo. (Ver Tabla 113)
- **Alerta Azul** (Acciones de normalidad en las actividades internas de la empresa – peligro mínimo)
La alerta azul se establece y se adopta sólo para el manejo interno de la empresa. Es declarada por el jefe de operaciones o el ingeniero disponible que ejerce su suplencia. Significa que se detectó o evidenció la ocurrencia de un evento amenazante. La situación correspondiente a este nivel de alerta es de peligro mínimo; no hay declaratoria de alerta externa a las autoridades o comunidades. Significa que están en desarrollo las actividades de observación, conocimiento, confirmación y verificación del evento y la definición del escenario y el nivel de Emergencia. (Ver Tabla 113).

Tabla 113. Niveles de alerta blanca y azul

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
Alerta blanca	Peligro Potencial	Existen indicios o indicadores de una situación potencialmente peligrosa	Intensificación del Monitoreo
Alerta Azul	Peligro Mínimo	Se detecta un evento potencialmente peligroso.	Observación y conocimiento del evento
			Confirmación del evento
			Verificación

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
			Definición del evento, el Escenario y Nivel de Emergencia (Grado I y II, según corresponda)
			Inicio de cadena de llamadas
			Reporte oficial del evento

Fuente: Elaboración propia

- **Alerta Verde** (Acciones de normalidad en las actividades)

La alerta verde se establece y se adopta para el manejo interno y externo de la empresa. Es declarada por los alcaldes municipales con base en la información y la definición de escenarios de emergencia de CEMEX. Significa que se encuentra en desarrollo la ocurrencia de un evento amenazante. La situación que corresponde a este nivel de alerta es de peligro bajo y comportamiento estable del fenómeno. No existe riesgo inmediato sobre los territorios y poblaciones del entorno. Se produce declaratoria de alerta externa a las autoridades municipales. Significa que en la empresa están en desarrollo de actividades intensivas de observación del comportamiento o evolución del evento y se están aplicando las medidas de corrección posibles. CEMEX pone a disposición de los CMGRD el personal de la Brigada de Emergencias y los recursos de su capacidad de respuesta (asesoría técnica, información detallada, maquinaria, elementos de comunicaciones, equipos, vehículos y materiales de apoyo). Los municipios, de acuerdo con la información de la empresa sobre el comportamiento del evento y sus posibles consecuencias (territorios y poblaciones afectadas), desplazan Equipos de Avanzada, (EA), a las zonas potencialmente afectadas de su jurisdicción e instalan Puestos de Mando Unificados.

Tabla 114. Alerta verde

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
Alerta Verde Nivel 1	Peligro bajo	El evento puede ser atendido con recursos principalmente de las instituciones locales.	CMDGRD reciben el reporte oficial de CEMEX
		Durante este momento no existe evidencia de ningún tipo de afectación social o institucional.	
		Es posible atender las necesidades por parte de las instituciones del Municipio, sin afectar la normalidad del municipio y los servicios.	Equipos de Avanzada, EA, de los municipios se desplazan a las zonas afectadas dentro de sus jurisdicciones y realizan una evaluación rápida de la situación para solicitar el apoyo requerido.
		No se requiere declaratoria de calamidad pública o urgencia manifiesta.	Cada Municipio instala <i>in situ</i> , dentro de sus jurisdicciones afectadas, el PMU, con presencia de al menos dos entidades o dependencias municipales.

Fuente: Elaboración propia

- **Alerta Amarilla** (Acciones de preparación para la respuesta)

La alerta amarilla se establece y se adopta para el manejo interno y externo de la empresa. Es declarada por los alcaldes municipales con base en la información y la definición de escenarios de CEMEX. Significa que se encuentra en desarrollo la ocurrencia de un evento amenazante. La situación que corresponde a este nivel de alerta es de peligro moderado y

comportamiento variable (se observan cambios de tendencia negativa; la amenaza crece en extensión y severidad). No existe riesgo inmediato sobre territorios y poblaciones, aunque sí para alguna actividad concreta y en un lugar concreto, en zonas especialmente vulnerables. En esta instancia se alistan los recursos necesarios para intervenir, de acuerdo con la evolución de la emergencia. Se produce declaratoria de alerta externa a las autoridades municipales. Significa que en CEMEX se encuentra en desarrollo de las actividades intensivas de observación del comportamiento o evolución del evento y, sin embargo, no existe certeza, según el concepto de los técnicos y expertos, de que el evento pueda ser controlado mediante aplicación de las medidas correctoras posibles.

Los municipios, de acuerdo con la información de CEMEX sobre el comportamiento del evento y sus posibles consecuencias (territorios y poblaciones afectadas), convocan y activan los CMGRD y los Organismos de Socorro. CEMEX pone a disposición de los CMGRD el personal de la Brigada de Emergencias y los recursos de su capacidad de respuesta (asesoría técnica, información detallada, maquinaria, elementos de comunicaciones, equipos, vehículos y materiales de apoyo). Los municipios evalúan la necesidad de instalar más PMUs y la Sala de Crisis. Se identifican y localizan los puntos críticos en los cuales se podrían realizar evacuaciones preventivas. Se definen los mecanismos de vigilancia, alerta máxima y evacuación, con base en los censos y mapas de riesgo. Se realiza el inventario de recursos humanos, técnicos, económicos, en equipos, en instalaciones e insumos de emergencia y se lleva a cabo la verificación de las comunicaciones y los protocolos definidos.

Tabla 115. Alerta amarilla

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
<p>Alerta amarilla</p> <p>Nivel 2</p>	<p>Peligro Moderado - Preparación</p>	<p>El evento puede ser atendido con recursos principalmente de las instituciones locales.</p>	<p>Convocatoria y Activación de los CMGRD y de los Organismos de Socorro.</p>
		<p>No se requiere declaratoria de calamidad pública o urgencia manifiesta.</p>	<p>Se evalúa la necesidad de instalar más PMUs y la Sala de crisis.</p>
		<p>Existen uno o dos sitios puntuales de afectación.</p>	<p>Identificación y localización de los puntos críticos.</p>
		<p>Se pueden presentar hasta cinco víctimas potenciales.</p>	<p>Definición de los mecanismos de vigilancia, alerta máxima y evacuación, con base en los censos y mapas de riesgo.</p>
		<p>Entre cinco y diez familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.</p>	<p>Realización de inventario de recursos humanos, técnicos, económicos, en equipos, en instalaciones e insumos de emergencia.</p>
		<p>Al menos una institución ejecutora de la respuesta presenta riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.</p>	<p>Identificación y localización de los puntos críticos.</p>
			<p>Verificación de las comunicaciones y los protocolos definidos.</p>

Fuente: Elaboración propia

- **Alerta Naranja** (Acciones de Alistamiento)

La alerta naranja se establece y se adopta para el manejo interno y externo de la empresa. Es declarada por los alcaldes municipales con base en la información y la definición de escenarios de CEMEX. Significa que es inminente el agravamiento de un evento amenazante que se encuentra en desarrollo. La situación que corresponde a este nivel de alerta es de peligro alto y de comportamiento variable, incierto e inestable (se observan cambios negativos en los

indicadores, es inminente el incremento de la amenaza en términos de extensión y severidad). Existe riesgo inminente sobre territorios y poblaciones. Se produce declaratoria de alerta externa a las autoridades municipales. Significa que en la empresa la Sala de Crisis está instalada y se mantiene en sesión permanente.

Los municipios, de acuerdo con la información de la empresa sobre el comportamiento del evento y sus posibles consecuencias (territorios y poblaciones afectadas), convocan y activan los CMGRD y los Organismos de Socorro. Los CMGRD informan a las comunidades sobre los sistemas de aviso en caso de emergencia. CEMEX pone a disposición de los CMGRD el personal de la Brigada de Emergencias y los recursos de su capacidad de respuesta (asesoría técnica, información detallada, maquinaria, elementos de comunicaciones, equipos, vehículos y materiales de apoyo). Se preparan los operativos para una posible evacuación y se activan las coordinaciones y las subcomisiones de los Servicios de Respuesta. Se activan los planes de emergencia en transporte y adecuación vial y se produce el alistamiento de equipos y de personal y de la coordinación de alojamientos temporales.

Tabla 116. Alerta naranja

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
Alerta Naranja Nivel 3	Peligro Alto Alarma	El evento puede ser atendido por el municipio con apoyos en líneas puntuales del nivel departamental.	Los CMGRD informan a las comunidades sobre los sistemas de aviso en caso de emergencia.
		Se amerita declaratoria de urgencia manifiesta o calamidad pública.	Preparación de operativos para una posible evacuación.
		Existe Afectación extendida dentro de un barrio o una vereda. Existen tres sitios puntuales de afectación.	Activación de las Coordinaciones y de las Subcomisiones de los Servicios de Respuesta.
		Se pueden presentar más de 5 víctimas potenciales.	Activación de plan de emergencia en transporte.
		Entre diez y 20 familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.	Activación de plan de adecuación vial.
		Al menos dos instituciones ejecutoras de la respuesta presentan riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.	Alistamiento de equipos y personal.
			Coordinación de alojamientos temporales.

Fuente: Elaboración propia

- **Alerta Roja** (Acciones de Inicio de las acciones de Respuesta)

La alerta roja se establece y se adopta para el manejo interno y externo de la empresa. Es declarada por los alcaldes municipales con base en la información y la definición de escenarios de CEMEX. Significa que se confirma la existencia de un peligro evidente y catastrófico que afectaría a gran parte de la población y traería consecuencias importantes sobre la vida y la infraestructura aledaña a la población. (De acuerdo con los resultados de las áreas de afectación este tipo de alertas no se esperarían. Sin embargo, la empresa debe conocer los sistemas de alerta a nivel nacional y por esta razón se mencionan y se incluyen dentro de los procesos generales de respuesta.

La situación correspondiente a este nivel de alerta es de peligro máximo y de comportamiento.

Tabla 117. Alerta Roja

Nivel y tipo de Alerta	Grado de Peligro	Definición	Acciones de respuesta
Alerta Roja Nivel 4	Peligro Máximo	Dos barrios o veredas presentan afectación extendida o hay cuatro sitios puntuales de afectación en el municipio.	Los alcaldes solicitan apoyo al Gobernador y a la Nación.
		Se pueden presentar más de 50 víctimas potenciales.	Los CMGRD activan el sistema de alertas y alarmas preestablecidas.
		Entre 20 y 40 familias podrían resultar afectadas por pérdida de enseres y/o vivienda.	Movilización de los operativos según los planes de emergencia.
		<p>La Alcaldía Municipal presenta riesgo de quedar fuera de servicio y/o de exceder su capacidad de respuesta.</p> <p>Para atender este evento se requiere declaratoria de calamidad pública, elaboración de Plan de Acción Específico y apoyo del nivel departamental y nacional.</p>	Evacuación y aseguramiento de la población afectada.

Fuente: Elaboración propia

- **Alarma**

En caso de primeros auxilios y/o enfermedad súbita: sonido continuo (alarma electrónicas) durante 30 segundos o sistema verbal por parte del jefe de planta y/o coordinador de seguridad industrial con el fin de activar la brigada de emergencia.
 En caso de Evacuación: Sonido continuo (Alarma electrónica) hasta que se dé la orden de desactivación por jefe de planta.

- **Niveles de activación**

- Alarma electrónica: Sonido continuo hasta que se dé la orden de desactivación por jefe de planta.
- Silbato
- Reunión de la brigada: Una vez durante 30 segundos.
- Alistamiento para evacuación: Tres veces durante 5 segundos cada vez con intervalos de 3 segundos.
- Evacuación: Cinco veces durante 5 segundos cada vez con intervalos de 3 segundos.
- Verbal: Dada por el guía de evacuación.

10.3.3.1.2.4. Estructura de la intervención y articulación de la respuesta.

El diseño del Plan de Gestión del Riesgo contempla eventos de emergencia que se pueden presentar por el incendio en las áreas de almacenamiento de combustible, de acuerdo con su magnitud intervienen unas u otras instituciones y/o dependencias que se relacionan directamente con la mitigación de la emergencia; Por ello, la activación de todo el esquema de respuesta, o parte del mismo, queda a criterio de las dependencias encargadas en recibir la notificación inicial del evento conforme al análisis de la situación y los recursos que se tengan. En el caso de CEMEX el primer respondiente

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

ante la materialización de un evento es el líder de la emergencia, quien se encargará de activar la cadena de llamadas básicas según su grado de emergencia y atiende la notificación brindando el apoyo logístico y los recursos necesarios.

En la siguiente tabla se muestra, de manera sintética, las situaciones de emergencia estandarizadas según los criterios de la “Guía Metodológica para la Elaboración de la Estrategia de Respuesta Municipal” de la UNGRD y según los criterios de CEMEX. A la par de las situaciones de emergencia, en la misma tabla se muestra, la probabilidad de ocurrencia de las situaciones de emergencia identificadas. Por último, en la tabla se indican los organismos que intervendrían ante una eventual emergencia y su correspondiente unidad territorial.

Conforme a lo anterior CEMEX cuenta con el Comité de Emergencias, el cual enlaza las comunicaciones ante cualquier emergencia. A continuación en la Tabla 118, se muestran las situaciones de emergencia y las entidades que intervendrían en las estrategias de respuesta, tanto internas como externas.

Tabla 118. Situaciones de emergencia, probabilidad de ocurrencia y entidades que intervienen en su manejo

Situaciones de emergencia estandarizadas	Entidades que intervienen en la Estrategia de Respuesta	
	Organismos, Consejos o Comités que intervienen en el manejo de la Emergencia	Entidades territoriales involucradas
Escenario 0 - Peligro Potencial - Alerta Blanca - Nivel de emergencia 1	Comité de CEMEX	Ninguna
Escenario 0 - Peligro Mínimo - Alerta Azul - Nivel de emergencia 1	Comité de CEMEX	Ninguna
Escenario 1 Peligro Bajo - Alerta Verde – Nivel de emergencia 1	Comité de CEMEX, CMGRDs y CDGRD	Municipio Payandé
Escenario 2 “Excepcional “ - Peligro Moderado - Alerta Amarilla- Nivel de emergencia 2	Comité de CEMEX, CMGRDs y CDGRD	Municipio Payandé
Escenario 3 - Peligro Alto - Alerta Naranja Nivel de emergencia 3	Comité de CEMEX, CMGRDs y CDGRD	Municipio Payandé
Escenario 4 - Peligro Alto - Alerta Naranja Nivel de emergencia 3	Comité de CEMEX, CMGRDs CDGRD y UNGRD	Municipio Payandé

Fuente: Elaboración propia

10.3.3.1.2.5. *Protocolos y procedimientos de respuesta para cada tipo de emergencia.*

Los planes de respuesta para cada tipo de emergencia están establecidos en los procedimientos operativos normalizados - PON's como se pueden observar en la Tabla 119. Estos son una herramienta preventiva e ilustrativa de carácter informativo de manera general para la actuación, control y atención de emergencias en caso de materializarse un escenario de riesgo.

En el anexo CAP10-PGRS-LES6823-AN#10.006 se presenta específicamente el PON asociado a los riesgos geotécnicos, relacionados con procesos de remoción en masa, deslizamientos y/o fallas de laderas. Mientras que, de la Figura 74 a la

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Figura 79 se presentan los procedimientos operativos planteados por CEMEX Colombia para la Mina La Esmeralda según el tipo de emergencia.

- Protocolo general para el manejo de la respuesta ante una la emergencia

Tabla 119. Procedimiento Operativo Normalizado (PON)

Escenario de Riesgo		Procedimiento Operativo Normalizado (PON)
No	Naturales	
1	Ocurrencia procesos de remoción en masa	- PON Riesgos geotécnicos
2	Sismos en el área de influencia del Proyecto	- PON Sismos
No	Antrópicos (Sociopolíticos)	
5	Escenario 5.2 Terrorismo (atentados indiscriminados y masivos con armamento y explosivos contra el personal, las instalaciones y frentes de obra)	- PON Amenaza terrorista
6	Incendios forestales	- PON incendio forestal - PON incendio estructural
No	Tecnológico u Operacional (Geotécnicos)	
7	Escenario 7.1: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud noreste (T7) y suroeste (T9 y 10)	- PON Riesgo geotécnico
	Escenario 7.2: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en el talud sureste (T8)	
	Escenario 7.3: Falla en los taludes en la zona de explotación. Falla en los demás taludes de excavación.	
No.	Tecnológico u Operacional (Ambientales)	
8	Incendio en tanque de ACPM 12080 galones	- PON Derrame de sustancias químicas - PON Incendio estructural
11	Accidentes vehiculares en las vías internas de la mina	- PON Accidentes vehiculares

Fuente: Elaboración propia

- Procedimiento general en caso de movimiento sísmico

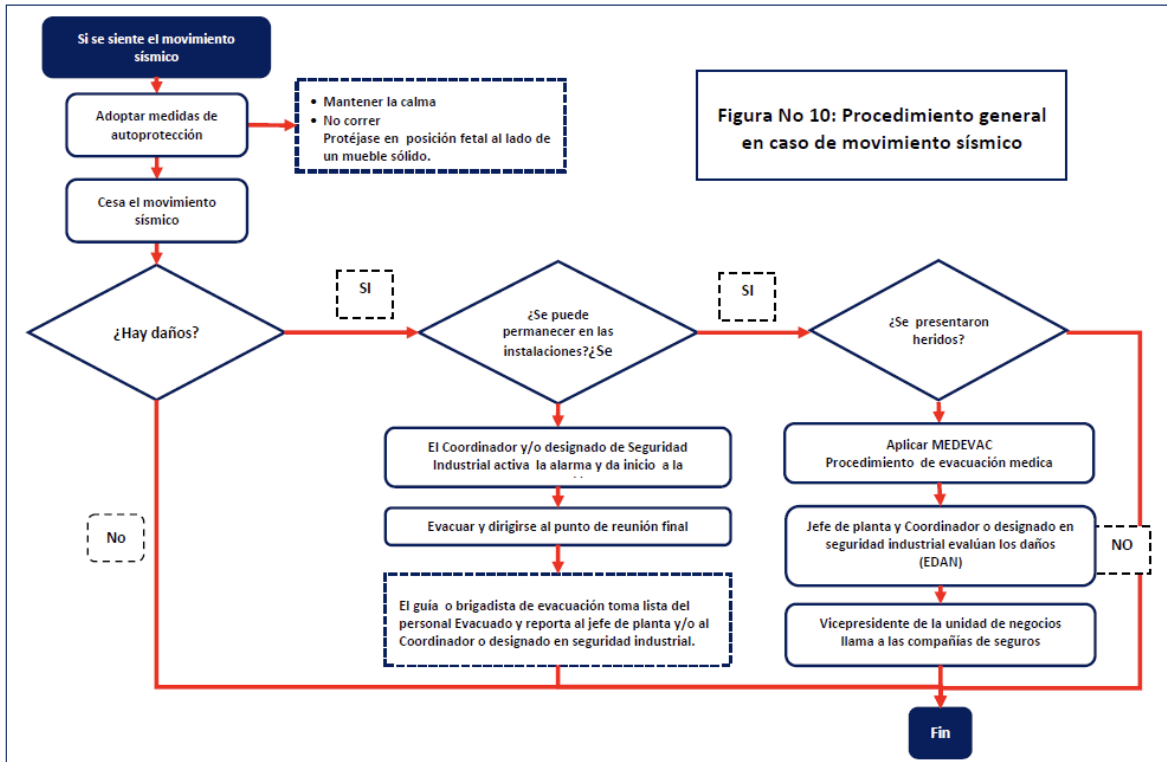


Figura 74. Procedimiento general en caso de movimiento sísmico
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Procedimiento general en caso de accidente vehicular dentro de las instalaciones

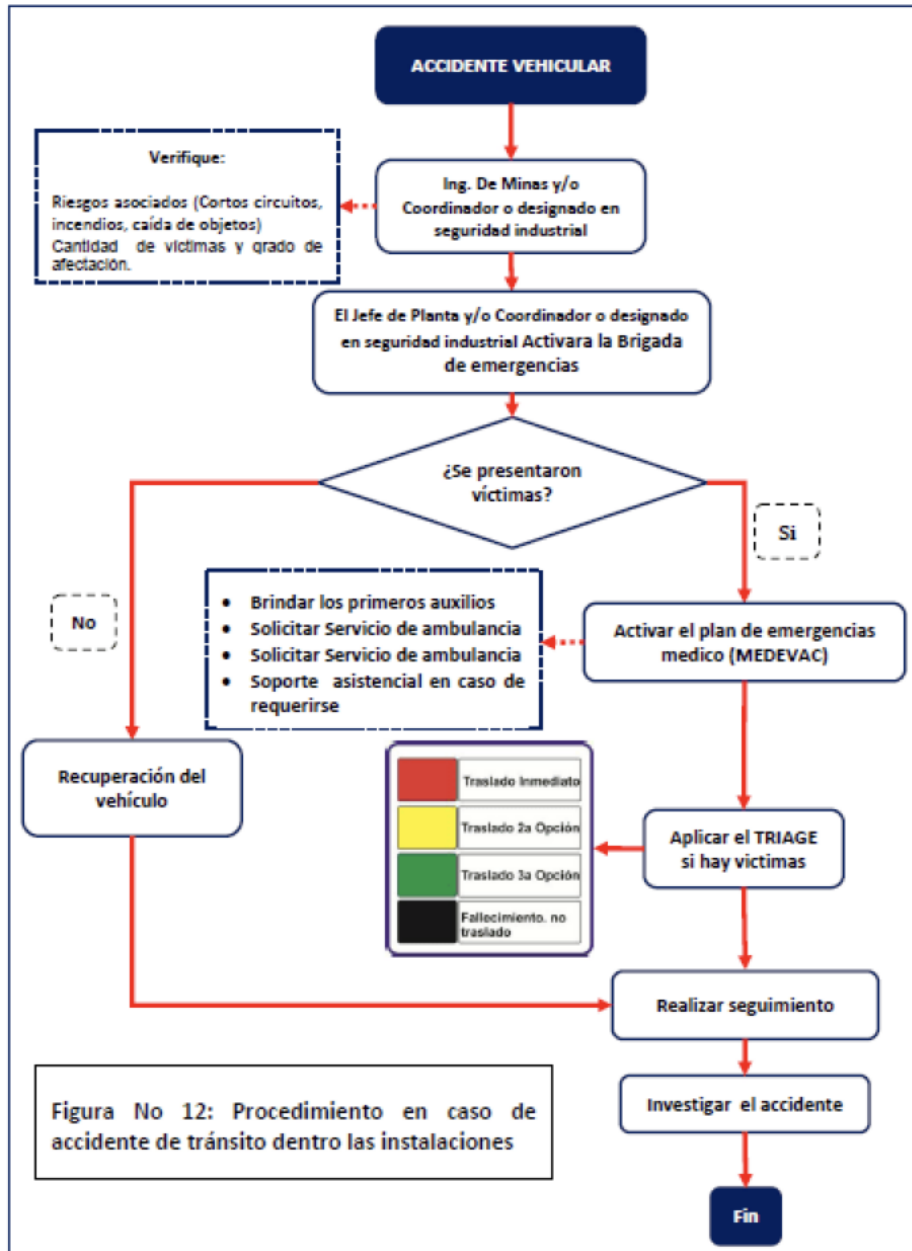


Figura 75. Procedimiento general en caso de accidente vehicular dentro de las instalaciones
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Procedimiento en caso de incendio estructural

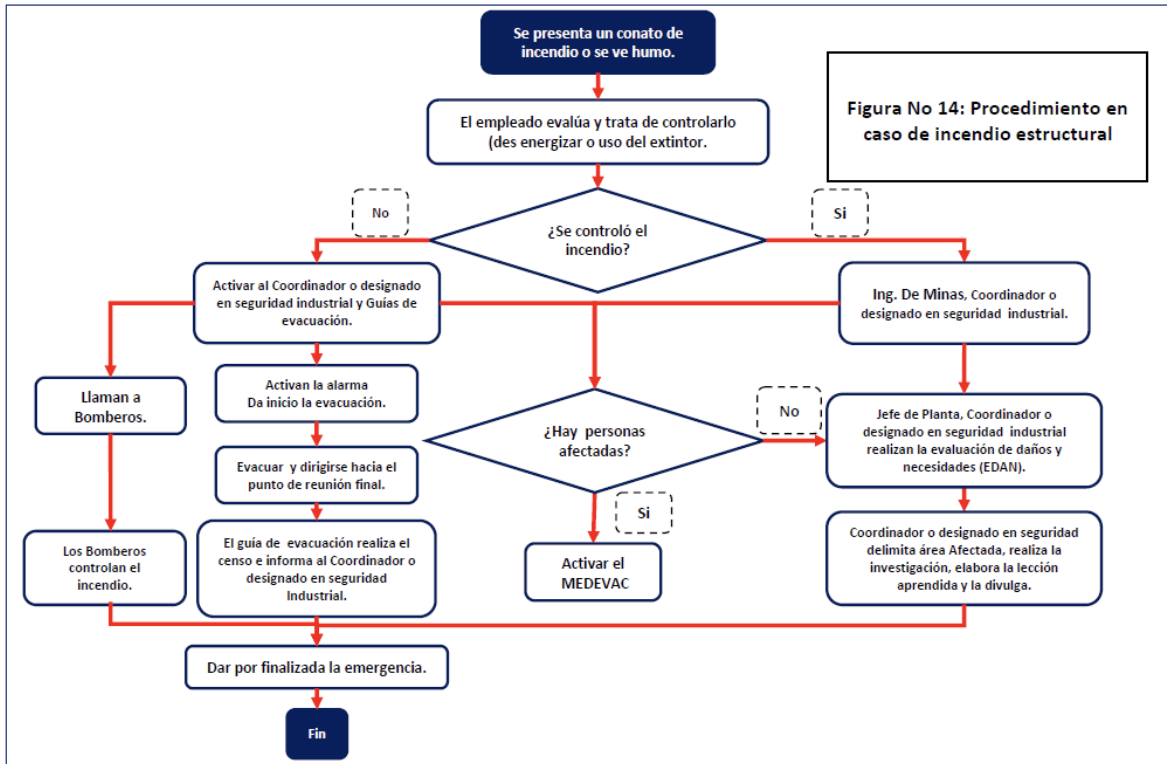


Figura 76. Procedimiento en caso de incendio estructural
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Procedimiento en caso de incendio forestal

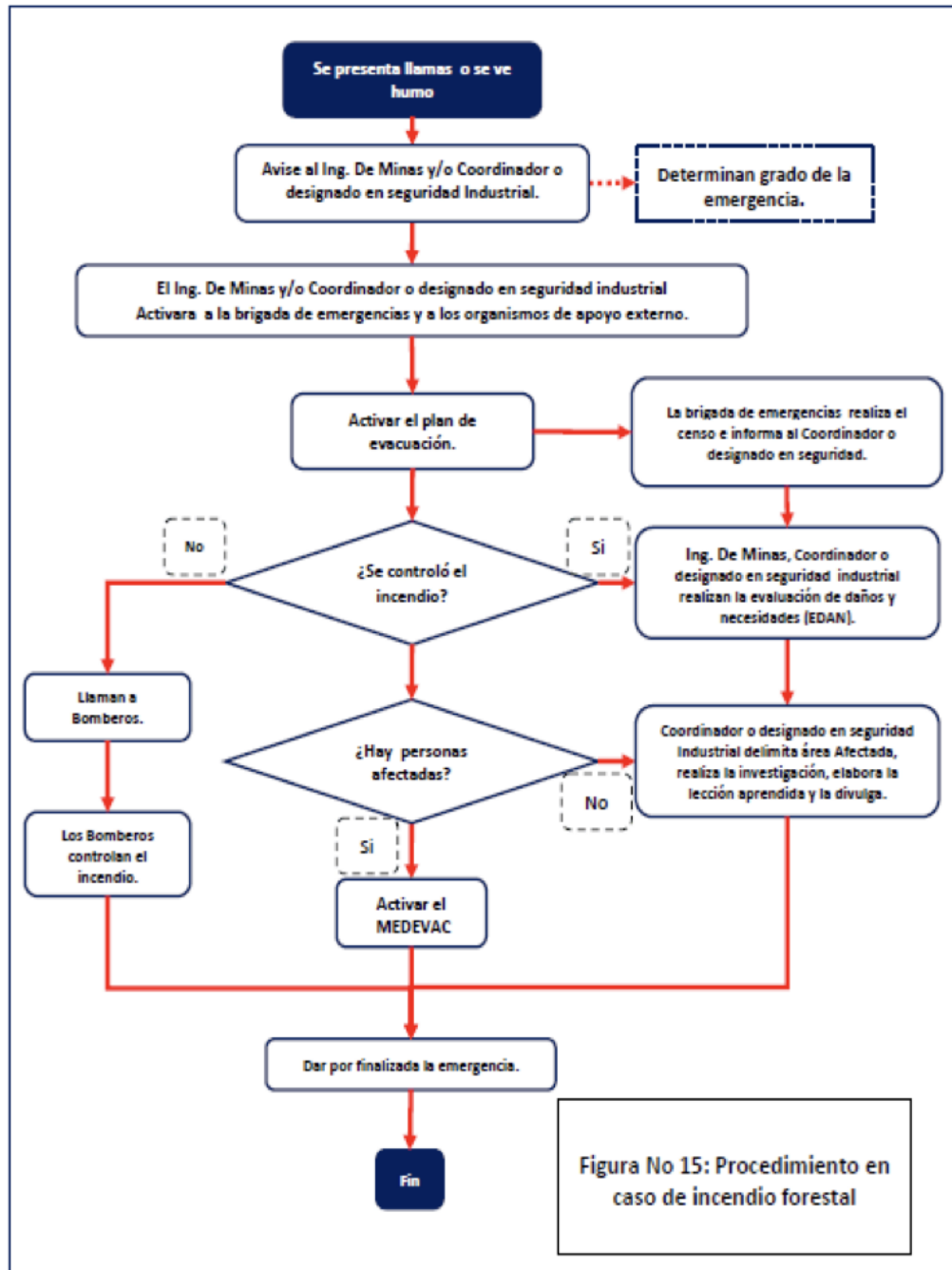


Figura No 15: Procedimiento en caso de incendio forestal

Figura 77. Procedimiento en caso de incendio forestal.
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Procedimiento en caso de derrame de sustancias químicas

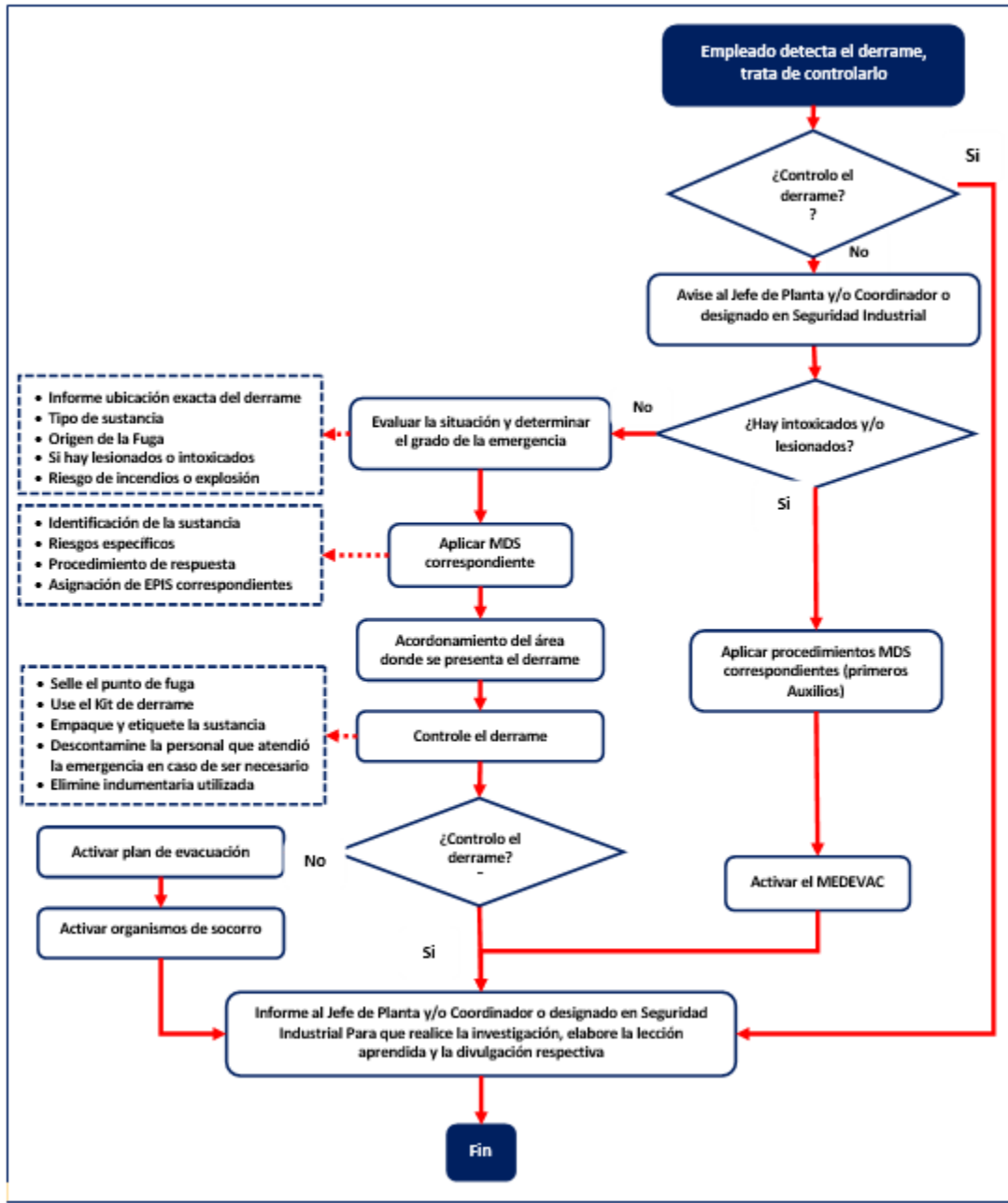


Figura 78. Procedimiento en caso de derrame de sustancias químicas
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Procedimiento general en caso de amenaza terrorista

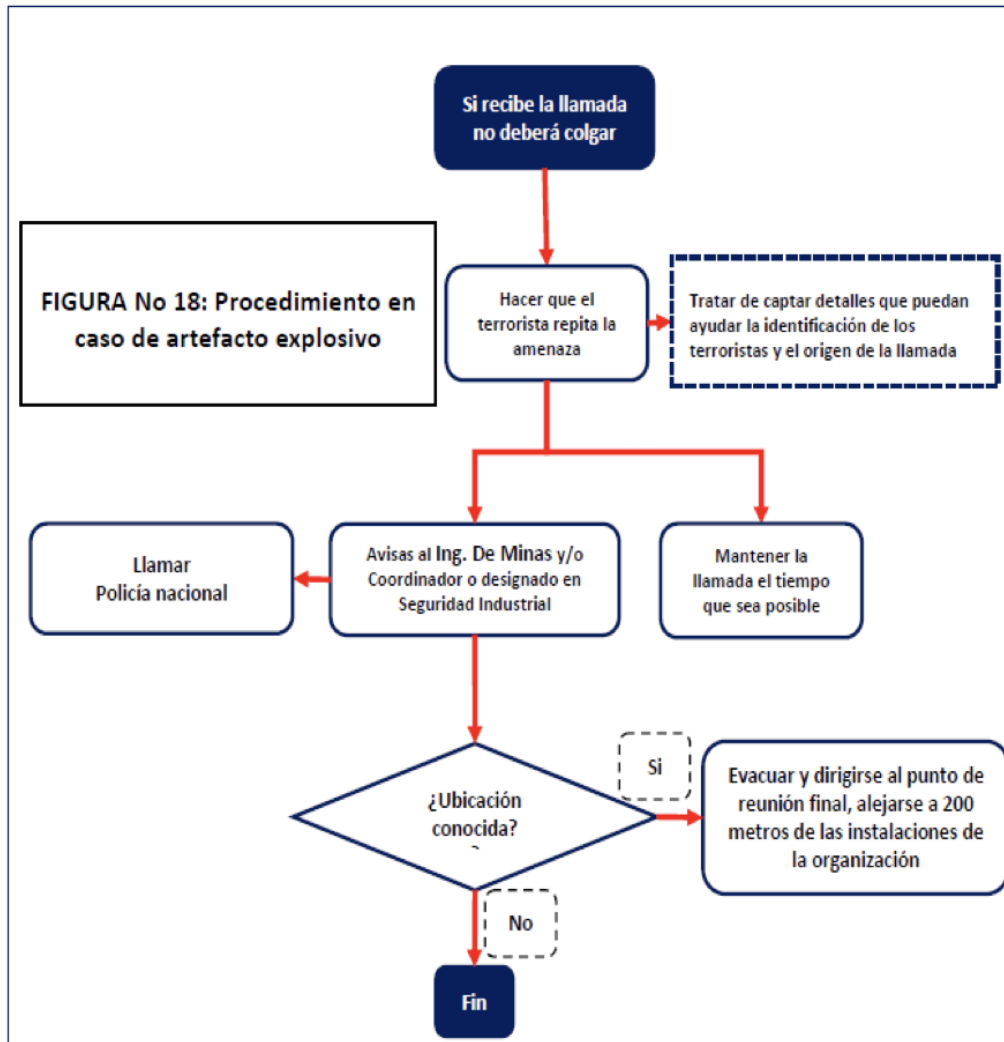


Figura 79. Procedimiento general en caso de amenaza terrorista
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

- Procedimiento de evacuación.

Plan de Evacuación

Para realizar una evacuación se deberá tener en cuenta la magnitud de la emergencia, el riesgo inminente para los empleados, visitantes e instalaciones, incapacidad de poder controlar el incidente y demora en la respuesta de los organismos de seguridad y socorro.

Objetivos

- ❖ Establecer un procedimiento de evacuación en caso de emergencia que garantice la salida oportuna y segura del personal.
- ❖ Definir el sistema de alarma a utilizar y el significado de dicha señal, para una oportuna reacción de todos los empleados.
- ❖ Establecer las rutas de evacuación y punto de reunión final y conteo del personal.

Activación

El empleado y persona que observe una situación de emergencia deberá avisar al jefe de planta, Coordinador y/o designado de Seguridad Industrial.

Sistema de alarma

- Alarma electrónica: Sonido continuo hasta que se dé la orden de desactivación por jefe de planta.
- Silbato.
- Reunión de la brigada: Una vez durante 30 segundos.
- Alistamiento para evacuación: Tres veces durante 5 segundos cada vez con intervalos de 3 segundos.
- Evacuación: Cinco veces durante 5 segundos cada vez con intervalos de 3 segundos.
- Verbal: Dada por el guía de evacuación

Puntos de encuentro

Principal: Frente al Parqueadero oficinas administrativas

Alternativo: En la entrada de la mina. Zona externa

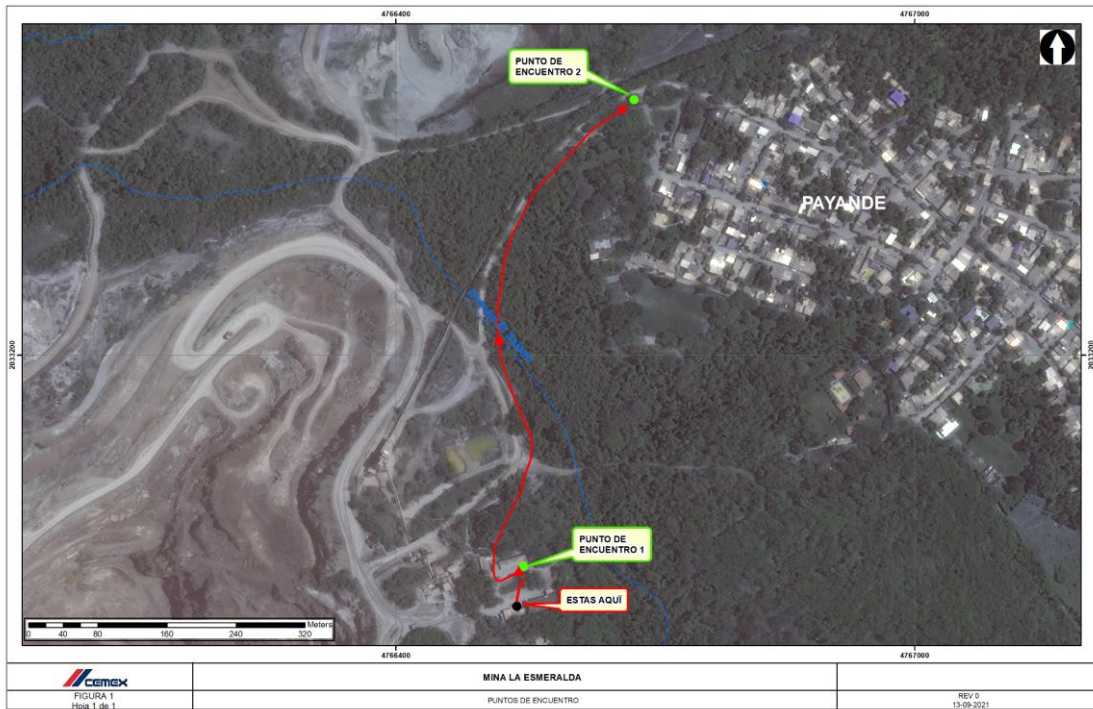


Figura 80. Puntos de encuentro
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

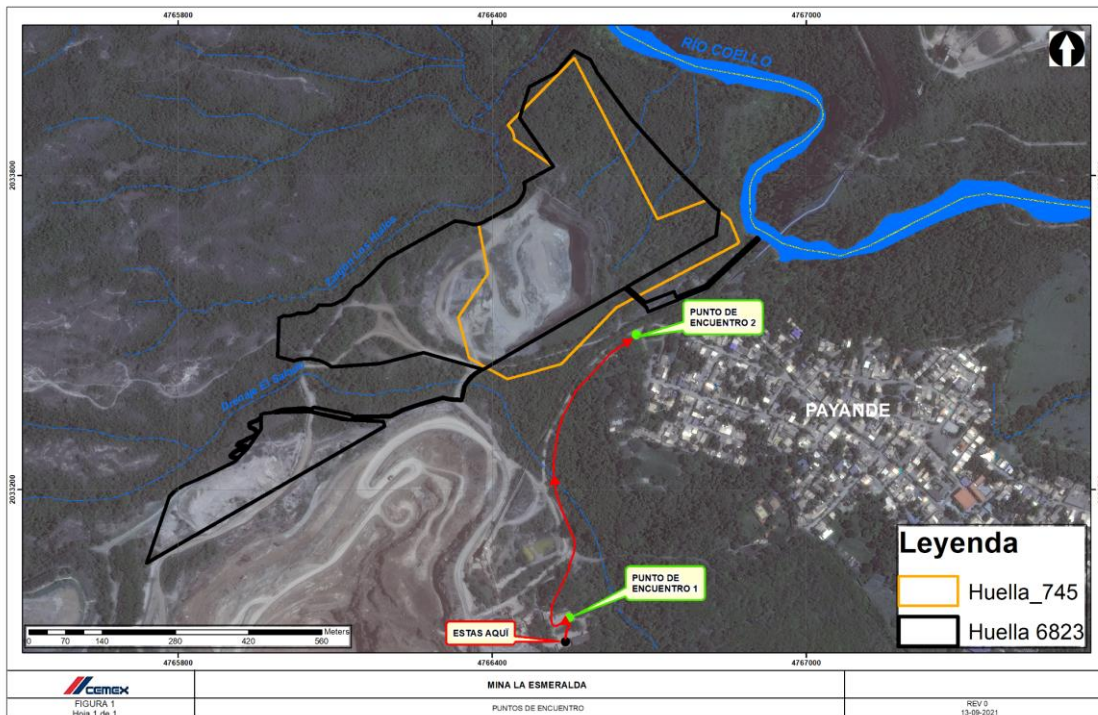


Figura 81. Puntos de encuentro
Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

Funciones de todo el personal

- ❖ Suspender la actividad que está realizando.
- ❖ Según las indicaciones del guía de evacuación apague sus equipos.
- ❖ No corra, no cause confusión.
- ❖ No se regrese por ningún motivo.
- ❖ Siga las indicaciones del guía de evacuación.
- ❖ Si tiene visitantes llévelos y guíelos al sitio de reunión final.

- Procedimientos para el manejo de la respuesta ante la emergencia.

- Directorio de emergencias interno:

Tabla 120. Directorio de emergencias interno

Cargo	Nombre	Avantel - teléfonos
Director de Planta	Jorge Lizama	3183732117
Gerente de materia prima	Oscar Alberto Güiza	3112204640
Coordinador de mina	Jose Iguarán	3187947644
Coordinador de Seguridad Física	Alexander Ramirez Cuenca	3112209092
Coordinador de recursos humanos	Giovanny Diaz Mahecha	3187128501
Coordinador Ambiental	Cesar Augusto Condia	3112209113
Jefe de Relaciones Comunitarias e Impacto Social	Sergio Villada	3174271400
Coordinador de Mantenimiento eléctrico	Humberto Paez	3152547028
Coordinador y/o designado de seguridad industrial	Javier Francisco Mendoza Daza	3162378296
Gerente de seguridad industrial	William Alberto Castillo	3184096609

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

Tabla 121. Directorio Brigada de Emergencia.

Componente	Nombre	Teléfono	RH
Primeros Auxilios	Florencio Rojas	2877275	O+
Extinción de Incendios	Javier Varón	3134238995	O+
Evacuación y Rescate	Julio Cesar Duarte	3133356641	O+

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

Tabla 122. Directorio de emergencia externo.

Entidad	Compañía	Teléfono	
ORGANISMOS DE SOCORRO	Defensa Civil	2645087	144
	Cruz Roja	2659467	123
	Bomberos Ibagué	2611419	119
	Bomberos Estación Centro	2623150 - 2633900	119
	Bomberos Estación Norte	2740788 - 2605176	
	Concejo Municipal de la Gestión del Riesgo	2747301	
	Consejo departamental de la Gestión del Riesgo	2644203 - 2669106	
	CISPROQUIM (emergencias sustancias químicas)	2886355	
	Ambulancias	123 - 2640034	
	Clínica	2708000	
	Clínica	5651634	
	Hospital	2610367	
	Hospital	2640888	
	Banco de Sangre	2640034	
FUERZA PÚBLICA	Policía Nacional	2611418	112
	Policía Nacional (Gaula)		165
	Policía Nacional (SIGIN)	2637556	
	Policía Nacional (Ambiental)	2708401	
	Policía Nacional (Carreteras)		#767
	Fiscalía Seccional	2708102	
	Fiscalía (URI)	2668390	
	Ejército	2600370	

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Entidad	Compañía	Teléfono	
SERVICIOS PÚBLICOS	Energía Enertolima	2708100	
	Acueducto	2756000	
	Gas Natural	2661100	
	Otros	2640034 - 27003112- 2705656	

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Cadenas de llamado:

En caso de emergencias se deberá llamar al Coordinador y/o designado de Seguridad Industrial quien evaluará el grado de la emergencia y comunicará al comandante del incidente para que lo atienda teniendo en cuenta los procedimientos previamente establecidos. En la Figura 82 se presenta la cadena de llamado.

CADENA DE LLAMADO												
N°	Cargo	Teléfono	¿A quién llama?									
			1A	1B	2	3	4	5	6	7		
1A	Coordinador y/o designado de seguridad Industrial	Avantel 36117 – 35911 - 3187346680	X									
1B	Coordinador de mina	3117947644	X		X	X						
2	Gerente de seguridad industrial	3112209122		X			X	X				
3	Coordinador de seguridad física	49069 - 3112209092								X	X	
4	Director del Clúster de la unidad de negocios	Avantel 35911 - 49053 - 3165219098 - 3163550887		V								V
5	Director RRHH	49068 - 3112209339				V						V
6	Vicepresidente de la unidad de negocios	49125 - 3112209308			V		V					
7	Vicepresidente de unidad de negocio	49137 - 3112204640	V									

```

graph TD
    1A((1A)) --> 2((2))
    1A --> 3((3))
    1B((1B)) --> 2
    1B --> 3
    2 --> 4((4))
    2 --> 5((5))
    3 --> 6((6))
    3 --> 7((7))
    
```

Estructura cadena de llamado

- Las posiciones 1A y 1B corresponden a los responsables iniciales (principal y relevo) de activar la cadena.
- Los últimos en cada rama de la cadena llaman al primero para cerrar el ciclo.
- Para comprender mejor
- Incluya en los renglones 1A y 1B el nombre y el teléfono de las personas que iniciarán la cadena de llamadas.
- Incluya en los renglones 2, 3, 4, 5, 6,7 el nombre y el teléfono de las personas que recibe y que debe transmitir el mensaje siguiendo la cadena de llamadas.

X	Llamada inicial
V	Llamada de verificación

Figura 82. Datos relevantes de la cadena de llamado

Fuente: PLAN DE CONTINGENCIAS MINA LA ESMERALDA, CEMEX Colombia S.A, 2017

- Línea de reporte de contingencias ambientales

Dando cumplimiento a lo establecido en el artículo 2.2.2.3.9.3. Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, establece lo siguiente frente a la ocurrencia de contingencias ambientales:

“Contingencias Ambientales. Si durante la ejecución de los proyectos, obras o actividades sujetas a licenciamiento ambiental o plan de manejo ambiental ocurriesen incendios, derrames, escapes parámetros de emisión y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos o cualquier otra contingencia ambiental, el titular deberá ejecutar todas las acciones necesarias con el fin de hacer cesar la contingencia ambiental e informar a la autoridad ambiental competente en un término no mayor a (24) horas.

La autoridad ambiental determinará la necesidad de verificar los hechos, las medidas ambientales implementadas para corregir la contingencia y podrá imponer medidas adicionales en caso de ser necesario.

Las contingencias generadas por derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas, se registrarán además por lo dispuesto en el Decreto 321 de 1999 o la norma que lo modifique o sustituya”.

En este orden de ideas la Resolución 1767 de 2016 “Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias y se adoptan otras determinaciones”, la norma que presenta el Formato Único para el reporte de las contingencias ambientales.

Para su diligenciamiento se debe tener en cuenta la siguiente información:

- ❖ El reporte debe hacerse a través de la Ventanilla Integral de Tramites Ambientales en Línea – VITAL. A través del siguiente Link <http://vital.anla.gov.co/SILPA/TESTSILPA/Security/Login.aspx>
- ❖ Tras el ingreso con el usuario y contraseña se debe ir al ítem Iniciar trámite – Reporte de contingencias – reporte inicial.
- ❖ Dentro de este reporte inicial se debe diligenciar la información correspondiente a los siguientes ítems:
 1. Información del proyecto
 2. Información del incidente
 3. Ubicación del incidente
 4. Datos de afectación.
- ❖ Este reporte debe realizarse dentro de las 24 horas siguientes a la ocurrencia o conocimiento de la contingencia ambiental.
- ❖ Dentro de los veinte (20) días calendario siguientes a la ocurrencia o conocimiento del evento, se deberá diligenciar a través de vital el formato único en lo concerniente a los avances parciales en la atención de la contingencia hasta su finalización y aprobación por parte de la autoridad ambiental. Estos avances se presentarán cada 20 días calendario.
- ❖ Una vez se presente el reporte final cada tres (3) meses el titular de la licencia ambiental o instrumento de manejo ambiental equivalente deberá diligenciar el formato único en lo concerniente a la implementación de las medidas tendientes a prevenir, corregir, mitigar la contingencia y la recuperación ambiental hasta su finalización y aprobación por parte de la autoridad ambiental¹⁰.
- Prioridades para la respuesta

En respuesta a la emergencia se tendrá en cuenta el salvar las vidas tanto humanas y animales. De igual forma el garantizar cero impactos al medio ambiente. En caso tal de resultar alguna afectación a bienes e infraestructura se realizará un análisis de impacto y restauración de esta.

¹⁰ Resolución 1767 de 2016. Artículo 2.



Figura 83. Análisis triaje

Fuente: <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/triage.aspx>

En cuanto al tema estructural se realizará estudio técnico de posibles daños y planes de acción sobre los mismos. Teniendo en cuenta la criticidad de los daños va desde el mantenimiento o reconstrucción hasta demolición y construcción nueva.

La información de la mina estará en red la cual es recuperable y en el CRI (centro de recursos de información).

- Actividades críticas en la atención de una emergencia.

Los servicios básicos en cuanto una emergencia se dará respuesta:

Agua potable: se seguirá con la distribución para consumo en bidones de la empresa prestadora de este servicio (Postobón).

Sanitario: Baños- se realizará consecución con empresa prestadora de baños portátiles para garantizar dicho servicio.

DOCUMENTO No: LES6823-INF-LL-EAMB-002- CAPÍTULO 10.3. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

Según análisis del área de seguridad en riesgos activará el plan de contingencia para la continuidad del negocio.

La mina según disposición del director y presidencia encargada de esta área definirán los recursos de acuerdo con las prioridades anteriormente escritas y velarán por la ejecución de estos.

10.3.3.1.2.6. Mecanismos de actualización del Plan de Emergencias y Contingencias.

La actualización, el seguimiento y control a la implementación y prueba del presente Plan de Gestión del Riesgo deberá actualizarse anualmente o posterior a las situaciones de emergencia, al resultado de los ejercicios de simulación y simulacros, a la evidencia de casi accidentes o desarrollo de estudios técnicos; en cualquier situación deberá informar a las entidades ambientales de los cambios correspondientes.

Se debe realizar revisión periódica al presente plan con el fin de verificar que la información consignada corresponde a la realidad de la organización. La actualización permanente del plan de emergencias es responsabilidad del Coordinador o designado en seguridad industrial, para lo cual se tiene en cuenta:

- Revisión y mantenimiento de los medios técnicos relacionados con el Plan de emergencias (medios y recursos materiales y económicos).
- Programación de actividades formativas requeridas (formación teórica y práctica dirigida al personal asignado al Plan de emergencias).

10.3.4. Socialización y comunicación

La socialización y comunicación busca promover el aumento de la conciencia del riesgo, la participación, la sensibilización, la corresponsabilidad social y la socialización de las estrategias definidas. Así mismo, esta etapa debe ser un mecanismo de consulta de aspectos relacionados con causas, consecuencias y medidas reconocidas para tratar el riesgo. (Decreto 2157 de 2017)

Se realizaron las respectivas socializaciones en el marco del presente estudio de impacto ambiental CAP5.3-CMSO-LES6823-AN#2.001

10.3.5. Revisión y ajuste del plan

Con base a los resultados del monitoreo y seguimiento del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres, éste debe ser revisado y ajustado anualmente, y/o cuando la autoridad Ambiental o CEMEX lo considere necesario. Asimismo, se debe actualizar el plan en caso de que se realicen cambios y/o modificaciones en los diseños mineros, construcciones actuales, cambios en las cantidades de almacenamiento de hidrocarburos y/o por acciones de mejoramiento del Plan. En cualquier caso, se debe mantener la implementación de los procesos de gestión establecidos en la Ley 1523 de 2012: Conocimiento del riesgo. Reducción del riesgo y Manejo de Desastres.

10.3.6. Temporalidad del plan

El tiempo de vigencia del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres, estará determinado por las actualizaciones y ajustes que se realicen de conformidad con lo establecido en el ítem de revisión y ajuste del plan.