

**Diseño y estandarización de procedimientos operativos para la gestión segura y eficiente de
explosivos en minería subterránea**

Jose Gabriel Gallo Fonseca

Director

Mag. Gabriel Jaime Rivera León

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI
Ingeniería Industrial

2025

Resumen

La gestión de explosivos en minería subterránea representa un desafío crítico en términos de seguridad, eficiencia operativa y cumplimiento normativo. Actualmente, la empresa objeto de estudio carece de procedimientos estandarizados que garanticen una manipulación segura y eficaz de estos materiales. Este proyecto propone el diseño y estandarización de procedimientos operativos, mediante un diagnóstico organizacional, análisis normativo y aplicación de herramientas de ingeniería industrial; basados en un diagnóstico actual de las prácticas de la empresa, normas nacionales e internacionales (Ministerio de Minas y Energía, 2015; ISO, 2015), y mejores prácticas de la industria (Agencia Nacional de Minería, 2020).

Se desarrollará un plan de implementación, capacitación y monitoreo para garantizar la mejora continua. Se espera diseñar SOP claros, concisos y aplicables que minimicen riesgos, optimicen procesos y sirvan como herramienta de capacitación continua. La implementación de estos SOP permitirá una operación más segura, eficiente y organizada en el manejo de explosivos, contribuyendo directamente a la sostenibilidad y productividad de la mina.

Los hallazgos clave incluyen la identificación de brechas en los procesos actuales, oportunidades de mejora y un plan de implementación con monitoreo continuo.

Palabras Clave: Gestión de explosivos, procedimientos, operación más segura, sostenibilidad, productividad de la mina, SOP (Procedimiento Operativo Estandarizado).

Abstract

Explosives management in underground mining represents a critical challenge in terms of safety, operational efficiency, and regulatory compliance. Currently, the company under study lacks standardized procedures that guarantee safe and effective handling of these materials. This project proposes the design and standardization of operating procedures through an organizational diagnosis, regulatory analysis, and the application of industrial engineering tools. These procedures are based on a current assessment of the company's practices, national and international standards (Ministry of Mines and Energy, 2015; ISO, 2015), and industry best practices (National Mining Agency, 2020).

An implementation, training, and monitoring plan will be developed to ensure continuous improvement. Clear, concise, and applicable SOPs are expected to be designed to minimize risks, optimize processes, and serve as an ongoing training tool. The implementation of these SOPs will allow for safer, more efficient, and organized operations in the handling of explosives, directly contributing to the mine's sustainability and productivity. Key findings include the identification of gaps in current processes, opportunities for improvement, and an implementation plan with ongoing monitoring.

Keywords: Explosives management, procedures, safer operation, sustainability, mine productivity, SOP (Standard Operating Procedure).

Tabla de Contenido

Introducción	12
Problema de Investigación	13
Contexto del Sector Minero Subterráneo de Oro.....	13
Situación en Minas de Oro Subterráneas	13
Problemas de Seguridad, Eficiencia y Cumplimiento Normativo	14
Seguridad Industrial	14
Eficiencia Operativa.....	14
Cumplimiento Normativo	14
Justificación	16
Seguridad Laboral y Preservación de la Vida.....	16
Eficiencia Operativa y Competitividad.....	16
Capacitación, Homogenización y Retención del Conocimiento.....	17
Cumplimiento Normativo y Reducción de Contingencias Legales	17
Mejora Continua e Innovación.....	17
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco de Referencia	19
Marco Conceptual.....	19
Gestión del Riesgo	19
Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP).....	19
Materiales Explosivos.....	19
Mina Subterránea	19
Almacenamiento de Materiales Explosivos.....	19
Control de Materiales Explosivos.....	20
Despacho de Materiales Explosivos	20
Seguridad Minera.....	20
Marco Teórico.....	20
Teoría de Sistemas	20

Gestión de la Calidad (ISO 9001).....	20
Gestión de Riesgos (ISO 31000).....	21
Ergonomía y Factores Humanos.....	21
Ingeniería de Métodos y Tiempos.....	21
Logística y Gestión de Inventarios	21
Legislación y Normativa Minera	22
Administración Científica.....	22
El enfoque Lean Manufacturing	22
Modelos de Causalidad de Accidentes	22
Marco Normativo.....	23
Decreto 1886 de 2015	23
Decreto 2535 de 1993 y Decreto 334 de 2002.....	23
Resolución 0312 de 2019.....	23
Normas técnicas ICONTEC y NTC.....	23
Sistema Globalmente Armonizado (SGA) ONU	24
Antecedentes	25
Metodología	26
Fase 1: Diagnóstico y Recopilación de Información	26
Revisión Documental.....	26
Observación Directa.....	27
Entrevistas Semiestructuradas	28
Análisis de Datos del Impacto Económico y de Productividad.....	28
Modelo de Cuantificación del Impacto Económico (Datos Ilustrativos).....	29
Análisis de Riesgos Preliminar	30
Fase 2: Diseño y Documentación de los SOP.....	31
Definición de Alcance y Responsabilidades.....	31
Elaboración del Formato de SOP.....	31
Redacción de los SOP.....	31
Validación y Retroalimentación	32
Fase 3: Propuesta de Plan de Implementación y Capacitación.....	32
Diseño del Plan de Socialización.....	32
Elaboración del Programa de Capacitación	32

Verificación y Control de Calidad de Procedimientos (VCCP)	33
Propuesta de Mecanismos de Evaluación y Auditoría.....	34
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa	35
Contexto Minero	35
Problemáticas de Seguridad.....	35
Conflictos Sociales.....	36
Diseño y Estandarización de los Procedimientos Operativos para la Gestión Segura y Eficiente de Explosivos en la Mina.....	38
Plan de Implementación y capacitación.....	50
Recursos humanos	50
Estudiante de Ingeniería Industrial	50
Tutor/Asesor Universitario	50
Personal de la Mina.....	50
Jefes/Supervisores de Operaciones	50
Personal de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST).....	50
Almacenista de Polvorín y personal auxiliar	50
Supervisión de Logística-explosivos	50
Gerencia de la Mina	50
Recursos Tecnológicos	50
Software de Oficina	50
Conexión a Internet.....	51
Equipo de Cómputo	51
Dispositivos de Captura	51
Recursos de Infraestructura y Logística.....	51
Acceso a las Instalaciones de la Mina.....	51
Espacio para Entrevistas/Reuniones	51
Material de Oficina	51
Cronograma de Socialización y Capacitación	51
Diagrama de Flujo y Punto de Control Critico	53
Monitoreo y Mejora Continua	54

Indicador 1(KPI)	54
Número de Riesgos Críticos Identificados y Documentados por Proceso	54
Porcentaje de Procesos con Deficiencias Operativas Identificadas	54
Beneficiarios	54
Gerencia de la Mina	54
Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)	54
Supervisores del Área de Logística Explosivos.....	54
Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) Completos y Validados	54
Indicador 2(KPI)	55
Número de SOP Aprobados y Listos para Implementación	55
Porcentaje de Satisfacción del Personal con la Claridad y Aplicabilidad de los SOP.....	55
Beneficiarios	55
Personal Operativo (Almacenistas y Auxiliares de Polvorín)	55
Supervisores de Área	55
Propuesta de Plan de Implementación y Capacitación de los SOP	55
Indicador 3(KPI)	55
Número de Componentes Clave del Plan de Implementación Definidos.....	55
Porcentaje de Personal Objetivo Incluido en el Programa de Capacitación Propuesto	56
Beneficiarios	56
Departamento de Recursos Humanos/Capacitación	56
Gerencia de Operaciones	56
Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)	56
Resultados y Análisis.....	57
Presentación de los Estándares Operativos Diseñados	57
SOP de Inventario	57
SOP de Alistamiento.....	57
SOP de Transporte y Despacho	58
Indicadores Comparativos Antes/Después	58
Seguridad	58
Antes de la Estandarización.....	58
Después de la Estandarización.....	59
Tiempos de Entrega	59

Antes de la estandarización.....	59
Después de la estandarización	59
Cumplimiento Normativo.....	59
Antes de la estandarización.....	59
Después de la estandarización.....	59
Análisis de la Estandarización	61
Análisis Cualitativo de la Retroalimentación del Personal.....	62
Problemas y Riesgos Percibidos	62
Sugerencias de Mejora.....	62
Conocimiento Comprendido.....	62
Discusión frente a literatura.....	63
Discusión Objetiva.....	63
Frente a la Literatura Clásica	63
Frente a la Literatura Contemporánea.....	64
Aportes y Brechas.....	64
Beneficios Potenciales de los Productos.....	65
Conclusiones.....	67
Recomendaciones	68
Referencias Bibliográficas	69

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Análisis de Brechas Normativas (Nacional vs. Internacional)</i>	26
Tabla 2 <i>Observación Directa de los Diferentes Flujos de Trabajo</i>	28
Tabla 3 <i>Indicadores Clave de Impacto (Basados en Datos Piloto)</i>	28
Tabla 4 <i>Impacto en Productividad (Reducción de Tiempos Muertos)</i>	29
Tabla 5 <i>Impacto en Seguridad (Reducción de Costos de Incidentes)</i>	30
Tabla 6 <i>Mejora en la Eficiencia y Continuidad Operativa</i>	30
Tabla 7 <i>Programa de Capacitación Basado en Módulos</i>	32
Tabla 8 <i>Mecanismos de Verificación y Control</i>	33
Tabla 9 <i>Indicadores KPI</i>	34
Tabla 10 <i>SOP Inventario Explosivos</i>	38
Tabla 11 <i>SOP Alistamiento Explosivos</i>	41
Tabla 12 <i>SOP Transporte Interior Mina</i>	45
Tabla 13 <i>Roles y Responsabilidades</i>	48
Tabla 14 <i>Módulos para Socialización y Capacitación</i>	51
Tabla 15 <i>Cuadro Cuantitativo en la Implementación de los SOPs</i>	60

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Diagrama de Flujo y Punto de Control Critico</i>	53
---	----

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Matriz de Riesgos Zijin Continental Gold</i>	71
Apéndice B <i>Clasificación de Peligros</i>	72
Apéndice C <i>Formato Análisis de Riesgo de la Tarea</i>	74
Apéndice D <i>Formato SOP Inventario Explosivos</i>	75
Apéndice E <i>Formato SOP Alistamiento Explosivos</i>	76
Apéndice F <i>Formato SOP Transporte Interior Mina</i>	77

Introducción

La minería subterránea es una actividad económica de gran importancia, pero conlleva peligros inherentes, especialmente en la voladura de roca, que es esencial para la extracción de minerales (Gallo Fonseca, 2025), depende del manejo de explosivos, un proceso crítico que requiere la máxima seguridad y precisión. Actualmente, muchas operaciones mineras carecen de procedimientos estandarizados y documentados para el manejo, almacenamiento, transporte y uso de explosivos. Esta falta de estandarización conduce a prácticas inconsistentes, errores humanos y un riesgo elevado de incidentes que pueden resultar en lesiones graves o fatales, además de generar retrasos en la producción.

Desde la perspectiva de la ingeniería industrial, este proyecto aborda la optimización de procesos, la mejora de la calidad y la seguridad ocupacional. "La estandarización de procedimientos es una herramienta fundamental para reducir la variabilidad" (ISO, 2015, p. 5), eliminar desperdicios y garantizar la consistencia en los resultados. Esta propuesta busca abordar la problemática desde un enfoque sistémico (Fayol, 1916; Taylor, 1911), integrando aspectos técnicos, humanos y normativos.

El objetivo principal es diseñar un conjunto de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) para la gestión de explosivos. El alcance del proyecto se limita a la operación minera subterránea de la empresa Zijin Continental Gold, y cubrirá las etapas que van desde el control de inventario, despacho y transporte del material explosivo hasta su uso final en los diferentes frentes de trabajo.

Problema de Investigación

Contexto del Sector Minero Subterráneo de Oro

Colombia es uno de los principales productores de oro en Latinoamérica, con una producción que superó recientemente los 1,9 millones de onzas anuales. La minería subterránea de oro ha sido una modalidad creciente, destacando regiones como Antioquia y Chocó. Sin embargo, el sector enfrenta múltiples desafíos, entre ellos el incremento de la minería ilegal (Agencia Nacional de Minería, 2020), que representa cerca del 70% de la explotación aurífera fuera de las áreas autorizadas, generando problemáticas ambientales, sociales y de gobernanza.

Las operaciones formales de minería subterránea cumplen con normativas que buscan garantizar la seguridad y prevención de riesgos laborales, pero el sector debe mejorar la estandarización de procedimientos para la gestión segura de materiales explosivos, optimización de recursos y prevención de riesgos laborales, a fin de mantener la eficiencia y sostenibilidad, dado el alto costo y los riesgos asociados al manejo de explosivos bajo tierra.

Situación en Minas de Oro Subterráneas

Las minas subterráneas de oro en Colombia reportan dificultades en aspectos de seguridad, tales como accidentes relacionados con manejo inadecuado de explosivos, deficiencias en formación del personal y protocolos incompletos o desactualizados. Esto se refleja en incidentes operativos, además de pérdidas económicas por tiempos muertos y penalizaciones por incumplimiento normativo.

Además, la presión por mantener niveles de producción competitivos genera retos en la eficiencia operativa, donde la falta de procedimientos estandarizados ralentiza las labores y afecta la calidad del control de los procesos, incluyendo el almacenamiento, transporte y uso de explosivos.

Problemas de Seguridad, Eficiencia y Cumplimiento Normativo

En la minería subterránea, los explosivos constituyen el núcleo de las operaciones de perforación y voladura; sin embargo, su manejo implica riesgos críticos que exigen controles rigurosos y procedimientos técnicamente validados. En el caso particular de la mina analizada, se carece de un conjunto de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) que regulen, de forma integral y coherente, las etapas de: almacenamiento, control y despacho de estos insumos. Esta carencia se manifiesta en tres áreas principales:

Seguridad Industrial

La manipulación y el almacenamiento inadecuados elevan la probabilidad de explosiones accidentales, incendios y liberación de gases tóxicos, poniendo en peligro la vida del personal y la integridad de las instalaciones. Accidentes recientes en operaciones similares revelan que la ausencia de protocolos claros incrementa exponencialmente la tasa de incidentes y fatalidades.

Eficiencia Operativa

Sin un flujo de trabajo estandarizado, la entrega de explosivos a los frentes de avance se retrasa, generando paros no programados en perforación y voladura. Estas interrupciones afectan la continuidad productiva, incrementan costos y disminuyen la competitividad de la mina en el mercado.

Cumplimiento Normativo

Desafíos para mantener el alineamiento con el Decreto 1886 de 2015 (Ministerio de Minas y Energía, 2015) y otras regulaciones sectoriales, con consecuencias legales y reputacionales.

La formación del personal se sustenta actualmente en prácticas empíricas. La variabilidad entre turnos y la dependencia de la experiencia individual extienden la curva de aprendizaje y

propician la adopción de conductas inseguras. Además, la falta de una guía formal impide evaluar objetivamente el desempeño y la mejora continua.

A partir de los anterior, surgen las siguientes preguntas de investigación, las cuales se pretende responder con el desarrollo del proyecto aplicado planteado:

¿Cuál es la situación actual de la gestión de explosivos en las minas subterráneas de oro en Colombia en términos de seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo?

¿Cómo diseñar y documentar SOP que garanticen la trazabilidad, el control y la manipulación segura de los explosivos en todas las etapas de su ciclo de vida?

¿Cómo implementar un plan integral de capacitación, monitoreo y mejora continua que garantice la efectividad y sostenibilidad de los procedimientos en la gestión de explosivos?

Justificación

La gestión de materiales explosivos en la minería subterránea constituye uno de los procesos más críticos y regulados de la industria, pues cualquier desviación puede desencadenar impactos humanos, ambientales, legales y económicos de gran magnitud. La estandarización de los procedimientos de manejo de explosivos no solo es una necesidad para la seguridad de los trabajadores, sino que también es una estrategia clave para la sostenibilidad y competitividad de la empresa.

Al establecer protocolos claros, se minimizan los errores, se facilita la capacitación del personal, se mejora el control de inventarios y se asegura el cumplimiento de las normativas vigentes. Frente a la ausencia de Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) en la mina objeto de estudio, este proyecto se justifica por las siguientes razones:

Seguridad Laboral y Preservación de la Vida

Los explosivos presentan riesgos inherentes de detonación, incendio y exposición a gases tóxicos. Estandarizar su recepción, almacenamiento, control y despacho disminuirá la probabilidad de incidentes, protegerá la integridad física del personal y cumplirá el mandato ético y legal de proveer ambientes de trabajo seguros. La reducción de accidentes también evita costos asociados a indemnizaciones, ausentismo y daño reputacional.

Eficiencia Operativa y Competitividad

SOP claros eliminan la improvisación, aseguran la entrega oportuna de explosivos a los frentes de avance y disminuyen tiempos muertos en perforación y voladura. Esto se traduce en mayor productividad, menores sobrecostos por demoras y una explotación del yacimiento más rentable y sostenible.

Capacitación, Homogenización y Retención del Conocimiento

Documentar las mejores prácticas facilita programas de formación estructurados, acorta la curva de aprendizaje de nuevos empleados y garantiza que todas las tareas se realicen de forma uniforme y segura, independientemente de la rotación de personal. Así se minimiza la dependencia de la experiencia individual y se fortalece la cultura organizacional.

Cumplimiento Normativo y Reducción de Contingencias Legales

El marco regulatorio colombiano (p. ej., Decreto 1072 2015 y Resolución 2400 1979) exige controles estrictos sobre materiales peligrosos (Ministerio de Trabajo, 2019). Implementar SOP alineados con estas disposiciones y con estándares internacionales (ISO, 2015; OHSAS, 2007) disminuye el riesgo de sanciones, clausuras o litigios, y refuerza la licencia social para operar.

Mejora Continua e Innovación

La estandarización crea una línea base objetiva para medir desempeño mediante indicadores (KPIs) y auditorías internas, permitiendo detectar desviaciones, retroalimentar procesos y actualizar los protocolos ante nuevos requerimientos tecnológicos.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar, documentar e integrar Procedimientos Operativos Estandarizados para el control, despacho y transporte de materiales explosivos en una mina subterránea, con el fin de garantizar la seguridad del personal, maximizar la eficiencia operativa y asegurar el cumplimiento estricto de la normativa vigente.

Objetivos Específicos

Realizar un levantamiento detallado de los procesos existentes de manejo de materiales explosivos, control, despacho y transporte, identificando puntos críticos, riesgos asociados, ineficiencias y brechas frente a los requisitos legales y mejores prácticas de la industria.

Elaborar procedimientos claros, secuenciales y verificables para cada etapa del ciclo de vida de los explosivos, incorporando controles de seguridad, trazabilidad, requisitos regulatorios y estándares internacionales aplicables a minería subterránea.

Proponer un programa estructurado que incluya socialización de los SOP, formación teórico-práctica del personal involucrado y un cronograma de adopción progresiva, estableciendo roles, responsabilidades.

Marco de Referencia

Marco Conceptual

Gestión del Riesgo

Identificación, evaluación y control de factores que pueden afectar la seguridad o el desempeño de una operación minera. Este enfoque permite anticipar peligros y establecer medidas preventivas eficaces (ISO, 2015).

Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP)

Documentos detallados que describen paso a paso cómo realizar una tarea específica, con el fin de asegurar la uniformidad, eficiencia y calidad de las operaciones, minimizando errores y riesgos (Gómez, 2020; ISO, 2015).

Materiales Explosivos

Sustancias o mezclas capaces de producir una liberación rápida y controlada de energía, utilizadas en minería para la fragmentación de la roca, como el ANFO, emulsiones, detonadores y mechas (Indumil, 2016; Ministerio de Minas y Energía, 2018).

Mina Subterránea

Tipo de operación minera donde la extracción de minerales se realiza debajo de la superficie terrestre, a través de túneles, galerías y pozos (Congreso de Colombia, 2001; Uniremington, 2018).

Almacenamiento de Materiales Explosivos

Prácticas y condiciones requeridas para guardar los explosivos de manera segura y controlada en polvorines o almacenes, cumpliendo con la normativa de seguridad y ambiental (Ministerio de Trabajo, 2019).

Control de Materiales Explosivos

Conjunto de acciones para asegurar la trazabilidad, inventario y seguridad de los explosivos, desde su ingreso hasta su consumo, previniendo pérdidas o usos no autorizados (Patiño, 2019; Agencia Nacional de Minería, 2020).

Despacho de Materiales Explosivos

Proceso de entrega de los explosivos desde el almacén a los frentes de trabajo o áreas de voladura, asegurando que se despachen las cantidades correctas y al personal autorizado (Gómez, 2020; Zijin Continental Gold, 2024).

Seguridad Minera

Conjunto de disciplinas y medidas para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores en las operaciones mineras, minimizando accidentes y enfermedades laborales (OHSAS, 2007; Ministerio de Trabajo, 2019).

Marco Teórico

El desarrollo de este proyecto se sustentará en diversas teorías y principios de la ingeniería industrial y la gestión de operaciones:

Teoría de Sistemas

La gestión de explosivos se aborda como un sistema interconectado, donde cada etapa (recepción, almacenamiento, control, despacho) influye en las demás y en el resultado final. Esta visión sistémica permite optimizar el flujo de información y materiales (Fayol, 1916). Los SOP buscarán optimizar el flujo de información y materiales dentro de este sistema.

Gestión de la Calidad (ISO 9001)

Aunque no se buscará una certificación específica, los principios de la gestión de la calidad serán fundamentales. Se aplica el enfoque PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar)

para el diseño y mejora continua de los procedimientos, buscando la estandarización y la prevención de no conformidades (ISO, 2015). La documentación de procesos es un pilar de esta teoría.

Gestión de Riesgos (ISO 31000)

Se integrará un enfoque de gestión de riesgos en la elaboración de los SOP. Esto implica la identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos asociados al manejo de explosivos, con el fin de implementar controles que minimicen la probabilidad de incidentes y su impacto (ISO, 2015).

Ergonomía y Factores Humanos

Los SOP serán diseñados teniendo en cuenta la facilidad de uso y la interacción humana con los procedimientos y equipos. Esto implica un lenguaje claro, formato legible y consideración de la carga de trabajo y el ambiente en el que operarán los trabajadores (Ministerio de Trabajo, 2019).

Ingeniería de Métodos y Tiempos

Se utilizarán herramientas de esta disciplina para analizar los procesos actuales y optimizar los flujos de trabajo en la recepción, almacenamiento y despacho, buscando la eficiencia y la reducción de tiempos improductivos (Gómez, 2020).

Logística y Gestión de Inventarios

Se aplicarán principios de logística para optimizar el almacenamiento y movimiento de los explosivos, y de gestión de inventarios para asegurar un control preciso de las existencias y la prevención de mermas (Pérez, 2018).

Legislación y Normativa Minera

Se realizará una exhaustiva revisión de la legislación colombiana y normativa aplicable (Ministerio de Defensa, Ministerio de Minas y Energía, ANM, etc.) sobre el manejo, transporte y almacenamiento de explosivos, para asegurar que los SOP se alineen con el Decreto 1886 de 2015 y otras regulaciones sobre el manejo de explosivos (Ministerio de Minas y Energía, 2015; OHSAS, 2007).

Administración Científica

La estandarización de procesos busca reducir la variabilidad y eliminar desperdicios, siguiendo los principios de la administración científica (Taylor, 1911).

El enfoque Lean Manufacturing

promueve la eliminación de desperdicios en los procesos de manipulación de explosivos, mejorando la eficiencia operativa (Taylor, 1911). Además, se aplicarán modelos de Gestión de Riesgos para la identificación, evaluación y mitigación de peligros inherentes a la actividad.

La teoría de sistemas aplicada a procesos industriales permite analizar la empresa como un conjunto de elementos interrelacionados (Fayol, 1916). Teorías de gestión de riesgos, ISO 45001, Lean Management, normativas internacionales.

Modelos de Causalidad de Accidentes

Se consideran modelos que explican cómo ocurren los accidentes laborales, para diseñar controles preventivos eficaces (OHSAS, 2007).

Los modelos de gestión de calidad como ISO 9001 y OHSAS 18001 ofrecen directrices para documentar, controlar y mejorar procesos críticos (ISO, 2015; OHSAS, 2007).

Marco Normativo

Se revisará la normativa nacional e internacional aplicable al manejo de explosivos en minería, incluyendo regulaciones del Ministerio de Minas y Energía, la Agencia Nacional de Minería (ANM) y estándares de seguridad internacionales como los de la Mine Safety and Health Administration (MSHA) y la Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

En Colombia, la gestión segura de explosivos en minería subterránea está regulada por normas como el Decreto 1886 de 2015 (Ministerio de Minas y Energía, 2015), el Sistema Globalmente Armonizado (Ministerio de Trabajo, 2019) y las normas técnicas ICONTEC (ICONTEC, s.f.).

Decreto 1886 de 2015

Reglamento de Seguridad en las Labores Mineras Subterráneas, establece normas mínimas para la prevención de riesgos y procedimientos de inspección y control, bajo la jurisdicción de la Agencia Nacional de Minería y el Ministerio de Trabajo.

Decreto 2535 de 1993 y Decreto 334 de 2002

Normas específicas sobre armas, municiones y explosivos, incluyendo disposiciones sobre almacenamiento, transporte y manejo seguro.

Resolución 0312 de 2019

Definir los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), que deben ser aplicados para prevenir accidentes laborales relacionados con explosivos.

Normas técnicas ICONTEC y NTC

Son normativas técnicas aplicables para el transporte seguro de explosivos (NTC 3966), etiquetado (NTC 1692), embalaje (NTC 4702-1) y tarjetas de emergencia (NTC 4532).

Sistema Globalmente Armonizado (SGA) ONU

Proporciona clasificación y etiquetado de productos explosivos para una adecuada identificación y manejo de riesgos.

Antecedentes

En Colombia, la gestión segura de explosivos en minería subterránea ha sido objeto de regulaciones específicas debido al alto riesgo asociado. Desde la promulgación del Decreto 1886 de 2015, que establece el reglamento de seguridad para trabajos mineros subterráneos, se ha buscado disminuir la tasa de accidentes y fortalecer la seguridad en el manejo de explosivos y voladuras. Las guías técnicas del Ministerio del Trabajo y la Agencia Nacional de Minería han propuesto buenas prácticas para el manejo integral y seguro. A pesar de los avances tecnológicos y normativos, incidentes fatales han ocurrido, evidenciando la necesidad de procedimientos operativos estandarizados y efectivos.

Estudios realizados en minas de oro subterráneas en Antioquia muestran que el uso intensivo de explosivos exige una gestión integral (Patiño, 2019), que considere desde la compra y almacenamiento hasta la disposición final de residuos, con un fuerte impacto ambiental si no se maneja correctamente. La Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) requiere planes de manejo de explosivos para mitigar estos riesgos ambientales.

Eventos trágicos como la explosión en la mina San Fernando en Amagá (2010) han motivado la creación de políticas nacionales (Agencia Nacional de Minería, 2020), con metas claras como la reducción paulatina de fatalidades en minería. Esto reafirma la importancia de estandarizar procedimientos en la operación minera para prevenir accidentes, cumplir con la normatividad y proteger a los trabajadores y la comunidad

Estudios previos han demostrado que La estandarización de procesos en minería reduce incidentes y mejora la eficiencia operativa (Gómez, 2020; Pérez, 2018). Sin embargo, pocos se enfocan específicamente en explosivos en minería subterránea.

Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto será de tipo descriptivo y exploratorio, con un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), y se dividirá en las siguientes fases:

Fase 1: Diagnóstico y Recopilación de Información

Revisión Documental

Análisis de la normativa legal vigente aplicable al manejo de explosivos en Colombia (leyes, decretos, resoluciones de ministerios, ANM, etc.).

Revisión de documentos internos existentes en la mina relacionados con seguridad, operaciones, permisos de explosivos, registros de inventario.

Investigación de mejores prácticas y estándares de la industria minera internacional en el manejo de explosivos.

El análisis de brechas compara los requisitos de los SOPs diseñados contra los estándares nacionales (Colombia) y los rigurosos estándares internacionales de minería (MSHA) y seguridad industrial general (OSHA).

Tabla 1

Análisis de Brechas Normativas (Nacional vs. Internacional)

Requisito Operativo / de Seguridad	Legislación Colombiana (Decreto 1886/2015, otros)	MSHA (30 CFR, Partes 56/57)	OSHA (29 CFR 1910.109, 1926)	Brecha Identificada y Oportunidad de Mejora
Almacenamiento (Polvorín)	Estipula requisitos de construcción, ventilación, señalización y seguridad perimetral.	Muy detallado en cuanto a la separación entre tipos de explosivos y detonadores. Exige pruebas específicas de resistencia al fuego.	Aplica para almacenamiento temporal; menos específico que MSHA para minería.	Oportunidad: Adoptar los criterios de separación y distanciamiento entre tipos de material de MSHA para reforzar el SOP II.
Transporte Subterráneo	Establece la segregación de	Riguroso en la condición del	No aplica directamente a	Brecha: MSHA exige la capacitación

Requisito Operativo / de Seguridad	Legislación Colombiana (Decreto 1886/2015, otros)	MSHA (30 CFR, Partes 56/57)	OSHA (29 CFR 1910.109, 1926)	Brecha Identificada y Oportunidad de Mejora
	detonadores y explosivos no detonantes (mínimo 5 metros).	vehículo (extintores, no llevar herramientas que generen chispa) y las distancias mínimas en superficie y subsuelo.	transporte subterráneo de explosivos.	documentada de los conductores en rutas seguras y manejo de emergencias específicas para el explosivo, más allá del requisito colombiano de solo conocer la ley.
Capacitación y Entrenamiento	Exige la certificación del personal en el manejo de explosivos y el cumplimiento de las normas.	Requiere entrenamiento periódico (cada 12 meses), entrenamiento de "Tareas Específicas" y evaluación práctica del desempeño en campo (Parte 48).	Exige entrenamiento, pero la periodicidad y el detalle son menos estrictos que MSHA en minería.	Oportunidad: Estructurar el programa de capacitación (Fase 2) para cumplir con la periodicidad anual obligatoria de MSHA y el foco en la tarea (Evaluación de Desempeño).
Trazabilidad y Control	Requiere el uso de un Kardex de entradas y salidas para control regulatorio.	Énfasis en el control estricto de consumo y la disposición segura de explosivos sin detonar y detonadores fallidos (misfires).	Enfocado en el uso y manejo industrial, no en el control de inventario minero.	Brecha: El SOP debe incorporar el protocolo detallado de MSHA para el manejo de "misfires" y el registro de la disposición final de los residuos para el cierre de ciclo.

Nota. Esta tabla muestra un análisis de brechas y oportunidades de mejora en los estándares

nacional vs. internacional. *Fuente.* Autor

Observación Directa

Visitas a las áreas de recepción, almacenamiento (polvorines) y despacho de explosivos en la mina subterránea.

Observación de las actividades actuales, identificación de los equipos y herramientas utilizadas.

Registro fotográfico (con la debida autorización) y toma de notas de los flujos de trabajo.

Tabla 2*Observación Directa de los Diferentes Flujos de Trabajo*

Proceso Clave	Métrica	Línea Base (Pre-SOP)	Impacto de la Ineficiencia
Alistamiento y Despacho de Explosivos (SOP II)	Tiempo promedio de preparación y registro por pedido	60 minutos (45 min en preparación, 15 min en validación manual)	Alto tiempo muerto de frentes de trabajo esperando el material.
Transporte Interior Mina (SOP III)	Tiempo promedio de viaje ida y vuelta (incluyendo esperas y errores)	90 minutos	Desperdicio de recursos logísticos (personal y vehículo) y retraso en el ciclo de voladura.
Control de Inventario (SOP I)	Tasa de inconsistencias en el Kardex semanal	3-5 errores/semana (discrepancias entre conteo físico y registro)	Paradas regulatorias potenciales y riesgo de desvío de material.
Tasa de Despachos Fallidos	Despachos que deben ser devueltos o corregidos por errores	15% del total de despachos	Mayor exposición al riesgo y duplicidad de movimientos innecesarios.

Entrevistas Semiestructuradas

Realización de entrevistas con el personal clave involucrado: supervisores de operaciones, personal de seguridad, responsables de polvorín, operadores de voladura, personal de logística. El objetivo será entender el "cómo se hace" actualmente, identificar los problemas, riesgos percibidos, sugerencias de mejora y conocimientos tácitos.

Análisis de Datos del Impacto Económico y de Productividad

Revisión de registros de inventario de explosivos, mermas, consumos históricos, para identificar patrones y posibles inconsistencias.

Tabla 3*Indicadores Clave de Impacto (Basados en Datos Piloto)*

Aspecto de la Estandarización	Indicador de Productividad (KPI)	Métrica Específica	Impacto del SOP
Continuidad y Trazabilidad	Reducción de Tiempos Muertos	Tiempo promedio perdido en el despacho y transporte por errores de documentación o preparación (SOP II y III).	Optimiza la Cadena de Suministro del explosivo al frente de trabajo.

Aspecto de la Estandarización	Indicador de Productividad (KPI)	Métrica Específica	Impacto del SOP
Seguridad Operacional	Reducción de Costos Asociados a Incidentes	Costos evitados por daños a equipos, multas regulatorias, días perdidos por incapacidad o costos de atención a incidentes (SOP I y III).	Minimiza la Pérdida de Valor causada por eventos de alto riesgo.
Eficiencia Operativa	Mejora en el Flujo de Valor	Incremento en la frecuencia o volumen de despachos completados por turno o reducción del tiempo de ciclo del proceso de "solicitud a entrega".	Aumenta la Disponibilidad Operativa del material para la voladura.

Nota. Esta tabla muestra indicadores claves de impacto de los SOPs. *Fuente.* Autor

Modelo de Cuantificación del Impacto Económico (Datos Ilustrativos)

El análisis compara el rendimiento y los costos antes y después de la implementación de los SOPs estandarizados, transformando las mejoras operativas en valor monetario.

La estandarización de los SOPs de Alistamiento y Transporte (SOP II y III) elimina cuellos de botella y errores en la preparación y movimiento del material.

Tabla 4

Impacto en Productividad (Reducción de Tiempos Muertos)

Concepto	Periodo Pre-Estandarización (Línea Base)	Periodo Post-Estandarización (Piloto)	Ahorro Anual Cuantificado
Tiempo Muerto Promedio por Despacho	60 minutos	30 minutos	30 minutos/despacho
Costo Horario de Producción Perdida	\$200 USD/hora (Estimado)	\$200 USD/hora	N/A
Tiempo de Producción Recuperado (Anual)	N/A	720 horas	\$144,000 USD
Fórmula de Cálculo:	N/A	(30 min/despacho * N° despachos/año) * (Costo/hora)	El cálculo asume 1,440 despachos anuales (2 despachos/día * 360 días).

Nota. Esta tabla muestra la reducción de tiempo muerto de 30 minutos por ciclo de despacho que se traduce directamente en un aumento de la disponibilidad de frentes de voladura. *Fuente.* Autor

Tabla 5*Impacto en Seguridad (Reducción de Costos de Incidentes)*

Concepto	Periodo Pre-Estandarización (Línea Base)	Periodo Post-Estandarización (Piloto)	Costo Evitado Anual
Tasa de Incidencia Operativa Menor	1.2 incidentes menores/año	0.24 incidentes menores/año	Reducción del 80%
Costo Promedio por Incidente	\$5,000 USD (Daños, limpieza, parada)	\$5,000 USD	N/A
Pérdida Anual Esperada (EAL)	\$6,000 USD	\$1,200 USD	\$4,800 USD

Nota. Esta tabla muestra la estandarización, al mitigar el riesgo de errores humanos y

operacionales, genera un ahorro cuantificable en costos de no-calidad (EAL). *Fuente.* Autor

La estandarización tiene un doble impacto financiero: recupera valor al evitar pérdidas (incidentes, multas, tiempos muertos) y genera valor al permitir que la producción se ejecute de manera más rápida y continua.

Tabla 6*Mejora en la Eficiencia y Continuidad Operativa*

Indicador	Impacto de la Estandarización	Cuantificación de la Mejora
Tasa de Errores en Kardex/Inventario	Reducción del error humano en el control de explosivos (SOP II).	Reducción del 95% en las inconsistencias de inventario, minimizando el riesgo de faltantes que detienen la operación y evitan multas regulatorias.
Tiempos de Entrenamiento	El SOP se convierte en la guía de capacitación (Fase 2 del programa).	Reducción del 30% en el tiempo requerido para que un nuevo empleado sea autónomo y ejecute la tarea conforme al estándar.
Aumento de la Producción	La reducción del tiempo muerto permite una voladura más oportuna.	El aumento en la disponibilidad efectiva de la voladura permite la extracción de un X% adicional de mineral por mes.

Nota. Esta tabla muestra que el personal pueda ser rotado o transferido manteniendo la misma

calidad y velocidad de ejecución, lo que se traduce en continuidad operativa. *Fuente.* Autor

Análisis de Riesgos Preliminar

Con base en la información recopilada, se realizará una matriz de riesgos preliminar para identificar los principales peligros asociados al manejo de explosivos en cada etapa, utilizando

metodologías como el Análisis Preliminar de Riesgos (APR) o el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) de forma básica.

Fase 2: Diseño y Documentación de los SOP

Definición de Alcance y Responsabilidades

Establecer claramente el alcance de cada SOP y definir las responsabilidades de cada rol involucrado en la ejecución de los procedimientos.

Elaboración del Formato de SOP

Diseñar una plantilla estandarizada para los SOP que incluya secciones como: nombre del proceso, código, versión, fecha, objetivo general, responsables, formato de referencia, secuencia de pasos (claros y numerados), estándares operativos, riesgos asociados, notas de operación y medidas de control.

Redacción de los SOP

Para cada proceso (recepción, almacenamiento, control y despacho), se redactará un borrador inicial del SOP, basándose en la información de la Fase 1 y las mejores prácticas.

SOP de Inventario. Incluirá los procedimientos para el traslado al polvorín, ingreso al polvorín, inspección del área, conteo diario de todos los productos, revisión del material almacenado y reportes.

SOP de Alistamiento. Detallará los pasos desde la solicitud del material explosivo, verificación de documentos, registro, alistamiento y diligenciamiento de Kardex.

SOP de Cargue y Despacho. Detallará los requisitos para la autorización de retiro del polvorín del material explosivo, Cargue en vehículo asignado, transporte interno y entrega en los diferentes frentes de trabajo.

Validación y Retroalimentación

Los borradores de los SOP serán presentados al personal clave (Coordinador de explosivos, Personal área logística-explosivos, supervisores explosivos, seguridad, área de protección y área de SST) para obtener retroalimentación. Se realizarán talleres o reuniones para discutir cada procedimiento, identificar inconsistencias o áreas de mejora, y asegurar su viabilidad y aplicabilidad en campo. Se incorporarán las correcciones y sugerencias pertinentes.

Fase 3: Propuesta de Plan de Implementación y Capacitación

Diseño del Plan de Socialización

Definir cómo se comunicarán los nuevos SOP a todo el personal relevante (presentaciones, reuniones, difusión de documentos).

Elaboración del Programa de Capacitación

Diseñar un programa de capacitación para el personal operativo y de supervisión, incluyendo contenidos (basados en los SOP), duración, metodologías (teórico-práctico, simulacros si aplica) y responsables de la formación.

Para garantizar la adopción exitosa y sostenible de los nuevos Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP), se propone un Programa Estructurado de Gestión del Cambio que va más allá de la capacitación técnica e integra la sensibilización cultural y la retroalimentación continua.

Tabla 7

Programa de Capacitación Basado en Módulos

Módulo (Eje Temático)	Contenido Detallado	Personal Objetivo
Liderazgo del Cambio y Cumplimiento Normativo	Sensibilización: La necesidad del cambio Riesgo Legal y Empresarial: Consecuencias de la no-conformidad (Brechas MSHA/Decreto 1886).	Jefes de Mina, Supervisores, SST.

Módulo (Eje Temático)	Contenido Detallado	Personal Objetivo
	Rol de la Supervisión: Responsabilidad en la verificación y el control de calidad.	
Maestría Técnica de los SOPs	Paso a Paso: Dominio completo de los tres SOPs (Inventario, Despacho, Transporte) utilizando los diagramas de flujo. Herramientas de Control: Uso correcto del Kardex Digital, formatos de preoperacional y Listas de Chequeo de Polvorín. Análisis de Fallas: Identificación de las causas raíz de las ineficiencias previas	Personal Operativo, Almacenistas, Auxiliares, Transportistas.
Simulación y Respuesta a Emergencias	Simulacros de Tarea Crítica: Ejercicio práctico del cargue/descargue seguro. Respuesta a Incidentes: Protocolo de acción ante fugas/derrames de explosivos (Brecha MSHA). Trabajo en Equipo: Coordinación entre Operaciones y SST durante situaciones críticas.	Todo el Personal Objetivo.

Verificación y Control de Calidad de Procedimientos (VCCP)

La verificación y el control de calidad aseguran la adherencia continua a los SOPs, lo cual es vital para sostener la mejora en seguridad y eficiencia. Este apartado transforma el SOP en una herramienta de auditoría y mejora.

Tabla 8

Mecanismos de Verificación y Control

SOP	Mecanismo de Control	Frecuencia	Responsable Principal
SOP I (Inventario)	Lista de Chequeo de Polvorín y Kardex	Diaria (al inicio y cierre de turno)	Almacenista y jefe de Turno
SOP II (Alistamiento y Despacho)	Punto de Control de Calidad (PCC)	100% de los despachos	Supervisor de Logística o SST

SOP	Mecanismo de Control	Frecuencia	Responsable Principal
SOP III (Transporte)	Auditoría Aleatoria de Ruta	Semanal (mínimo 3 veces por semana)	Supervisor SST y jefe de Mina

Nota. Esta tabla muestra mecanismos de control y responsables principales. *Fuente.* Autor

Propuesta de Mecanismos de Evaluación y Auditoría

Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el éxito del programa y la sostenibilidad de los nuevos procedimientos.

Tabla 9

Indicadores KPI

Indicador (KPI)	Fórmula de Medición	Meta de Efectividad	Objetivo Medido
Porcentaje de Personal Certificado	(Personal que aprueba las 3 evaluaciones / Personal Total Capacitado) x 100	100% del personal objetivo	Certificación y Cobertura
Porcentaje de Cumplimiento en Ejercicios/Simulacros	(Puntos obtenidos en el Simulacro / Puntos Máximos) x 100	≥ 95% en el simulacro final	Aplicación y Habilidad
Medición del Nivel de Satisfacción	Porcentaje de satisfacción del personal con la claridad y aplicabilidad de los SOPs (medido por encuesta)	≥ 90% de satisfacción	Claridad y Adopción
Retención del Conocimiento (Post-Capacitación)	Puntuación promedio en la prueba teórica realizada 3 meses después de la certificación	Mantener una puntuación ≥ 85%	Sostenibilidad y Retención
Índice de Incidencia Operativa (Proactivo)	Número de desviaciones o actos/condiciones inseguras identificadas en auditorías de campo Reducción del índice de incidencia	en un 50%	Seguridad en Campo (Proceso)

Nota. Esta tabla muestra indicadores, metas y objetivos medidos. *Fuente.* Autor

Proponer un cronograma y una metodología para la auditoría interna de la aplicación de los SOP, e incluir un proceso para la revisión y actualización periódica de los SOP.

Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

Zijin Continental Gold, filial de la multinacional china Zijin Mining Group, opera en el municipio de Buriticá, Antioquia. Su presencia ha generado impactos económicos, sociales y ambientales significativos, así como desafíos en materia de seguridad y gobernabilidad. La operación minera de Zijin Continental Gold en Buriticá, Antioquia, se desarrolla en un contexto marcado por la complejidad y tensión derivadas del "boom" minero que Colombia ha experimentado en las últimas décadas. Este fenómeno, impulsado por políticas de apertura económica y atracción de inversión extranjera, transformó la minería desde actividades artesanales hacia una explotación industrial a gran escala, lo que ha generado presiones significativas sobre los recursos naturales, la gobernabilidad local y las condiciones sociales y ambientales (Uniremington, 2018).

Contexto Minero

La mina Buriticá es considerada una de las más importantes en producción de oro en Colombia. Según el Ministerio de Minas y Energía (2024), “la operación de Zijin representa cerca del 2 % del PIB minero nacional”. En este escenario de expansión acelerada, la coexistencia de minería formal e informal ha producido impactos negativos como la degradación ambiental, la proliferación de minas ilegales y conflictos sociales, lo que dificulta la implementación y cumplimiento de normativas y procedimientos seguros (Agencia Nacional de Minería, 2020; Corantioquia, 2024).

Problemáticas de Seguridad

Uno de los factores críticos en la zona es la presencia de grupos armados ilegales que disputan el control territorial, exponiendo a la operación formal a ataques que generan temor entre los trabajadores y perturban la seguridad operativa (El Colombiano, 2024). Esta

inseguridad estructural afecta directamente la cultura organizacional y limita la efectividad de la estandarización de procesos, pues dificulta la continuidad y la constante supervisión necesaria en la gestión segura de explosivos, evidenciando la vulnerabilidad del sector frente a amenazas externas (CIADI, 2025).

Conflictos Sociales

Autores contemporáneos también advierten sobre la necesidad de abordar la minería no solo desde un enfoque técnico, sino integrando aspectos sociales y políticos que afectan la sostenibilidad y gobernabilidad de las operaciones mineras (Uniremington, 2018; Defensoría del Pueblo, 2024). En este marco, se identifica que la fragilidad institucional, la conflictividad social y la insuficiente supervisión estatal limitan la adopción y cumplimiento efectivo de procedimientos estandarizados y prácticas seguras en la minería subterránea, especialmente en contextos de conflicto y riesgos geopolíticos (Ministerio de Minas y Energía, 2015; Agencia Nacional de Minería, 2020).

Además, la presión de mantener la competitividad de producción en la minería subterránea contribuye a la priorización de resultados a corto plazo sobre la formalización y documentación adecuada de procesos, lo que se refleja en la dependencia de prácticas empíricas, una capacitación inconsistente y protocolos incompletos o desactualizados (Ministerio de Trabajo, 2019; OHSAS, 2007). Sin embargo, la ausencia de procedimientos estandarizados en la gestión de explosivos representa un riesgo crítico para la seguridad del personal, la integridad de las instalaciones y la eficiencia operativa.

El enfoque clásico de la administración científica de Fayol (1916) y Taylor (1911) enfatiza la necesidad de sistematizar y estandarizar los procesos para reducir la variabilidad, eliminar desperdicios y garantizar resultados consistentes y seguros. En tal sentido, la

implementación de procedimientos operativos estandarizados (SOP) alineados con normativas nacionales e internacionales (Ministerio de Minas y Energía, 2015; ISO, 2015) es fundamental para abordar los déficits de seguridad y eficiencia presentes.

Finalmente, la situación de Zijin Continental Gold en Buriticá refleja la complejidad de la minería en Colombia, donde convergen intereses económicos, sociales, ambientales y de seguridad que requieren estrategias integrales para fortalecer la estandarización, capacitación y cultura de seguridad en la gestión de explosivos, garantizando así operaciones seguras, eficientes y sostenibles.

Diseño y Estandarización de los Procedimientos Operativos para la Gestión Segura y Eficiente de Explosivos en la Mina

Tabla 10

SOP Inventario Explosivos

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
1. Análisis de riesgos	<p>Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta:</p> <p>A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea.</p> <p>B. Identifique los peligros y riesgos.</p> <p>C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>	Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	<p>EPP básicos:</p> <p>Casco con barbuquejo, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad.</p> <p>Overol con reflectivo</p> <p>EPP específicos:</p> <p>Auto rescatador y lámpara minera</p>
2. Traslado a polvorín	<p>Vehículo:</p> <p>Revise el vehículo y diligenciar el formato preoperacional (Físico o digital)</p> <p>A pie:</p> <p>Registre su ingreso a bocamina</p> <p>Desplácese hasta el polvorín teniendo en cuenta los riesgos de la interacción de vehículos con el personal</p> <p>Nota: Si el equipo presenta alguna novedad de seguridad, reporte a su jefe inmediato.</p>	<p>Enlace preoperacional</p> <p>Formato inspección preoperacional</p>	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada.</p> <p>Exposición a ruido.</p> <p>Exposición a iluminación.</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p>	<p>Pasos seguros</p> <p>Uso de protección auditiva y respiratoria</p> <p>No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina)</p> <p>Medidas de control: use los medios de transporte de la operación mina. Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria.</p> <p>Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos (15 metros).</p> <p>Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina</p> <p>Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
3.Ingreso a Polvorín	<p>1. Regístrese en el libro de ingreso y salida.</p> <p>2. Retírese todos los elementos que generen ondas electromagnéticas, tales como radios, celulares, relojes, entre otros, y colóquelos en el cajón dispuesto para tal fin.</p> <p>3. Ubique el dispositivo de descarga estática o placa de bronce, ubicado a un costado de la reja. Luego, coloque las palmas de ambas manos sobre el dispositivo y espere 5 segundos para descargarse de la energía estática.</p> <p>4. Reja principal: Abra 2 de 3 candados; el personal de seguridad física abrirá uno de ellos.</p> <p>5. Puertas: Abra 2 de 3 candados; el personal de seguridad física abrirá uno de ellos.</p> <p>6. Ingreso: Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se frote las manos una vez se haya descargado de la energía 	Libro de ingreso y salida	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p> <p>Golpe con / contra</p> <p>Cortes con</p> <p>Exposición a electricidad estática.</p>	<p>puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador.</p> <p>Tenga en cuenta la prioridad en la vía:</p> <p>1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia)</p> <p>2- Explosivos</p> <p>3- Volquetas cargadas</p> <p>Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura).</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p> <p>Instalar placa y candado.</p> <p>Medición de gases</p> <p>Guantes de seguridad</p> <p>Evitar colocar las manos en los cierres de las puertas</p> <p>Sistema puesta a tierra</p> <p>Cajón para guardar elementos que generen ondas electromagnéticas</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	estática para evitar generar nuevamente carga.			
4.Inspección área	Verificar: Concentración de gases Sostenimiento Flujo de aire en los ductos de ventilación El material se encuentre organizado, limpio y almacenado sobre estibas plásticas Registre la lectura de temperatura y humedad del termohigrómetro de cada polvorín ubicado en la entrada.	Formato de temperatura y humedad polvorín	Caída al mismo nivel Exposición a gases Caída de tierra / rocas. Golpe con / contra Cortes con	Medición de gases Guantes de seguridad En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.
5.Inventario material	1.CONTEO CAJAS: Cuento las cajas sin abrir de un mismo producto y multiplique por la cantidad que contiene cada una y sume las unidades sueltas del mismo producto para obtener el total del producto. BULTOS: Cuento todos los bultos en existencia. CORDON: Cuento todas las cajas y multiplique por los metros que tiene cada bobina, después sume los metros de la bobina que está en uso para obtener el total de metros del producto. EXELES Y DETONADORES: Cuento las cajas sin abrir de un mismo producto y multiplique por la cantidad que contiene cada una y sume las unidades sueltas del mismo producto para obtener un total del producto. 2.COMPARACIÓN Resultados del conteo versus los saldos del archivo digital del Kardex bodega.	Archivo digital Kardex bodega	Caída al mismo nivel Golpe con / contra Cortes con Demandas del trabajo.	Pasos seguros Guantes de seguridad En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.
6.Reporte Inventario	Cierre puertas, rejas e instale candados nuevamente Regístrese en el libro de ingreso y salida Tome sus elementos personales y EPP. Diríjase hacia superficie y reporte en el grupo de WhatsApp del área el inventario.	Grupo WhatsApp explosivos	Caída al mismo nivel Caída a diferente nivel Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada	Pasos seguros Uso de protección auditiva y respiratoria No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina) Medidas de control: Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria.

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
			Exposición a ruido. Exposición a iluminación. Exposición a gases. material particulado. Caída de tierra / rocas.	Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos (15 metros). Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador. Tenga en cuenta la prioridad en la vía: 1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia) 2- Explosivos 3- Volquetas cargadas Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura). En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.

Nota. Esta tabla muestra los 6 pasos que conforman el procedimiento estandarizado de operación de inventariado del material explosivo. *Fuente.* Autor

Tabla 11

SOP Alistamiento Explosivos

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
1. Análisis de riesgos	Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta: A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea. B. Identifique los peligros y riesgos.	Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	EPP básicos: Casco con barbuquejo, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad. Overol con reflectivo

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	<p>C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>			<p>EPP específicos: Auto rescatador y lámpara minera</p>
2.Solicitud material explosivo	<p>El personal autorizado de Zijin Continental Gold y los contratistas deben diligenciar todos los campos del formato de diagrama de voladura y entregarlo al almacenista de explosivos, quien verificará que esté correctamente diligenciado.</p> <p>Diagrama de voladura que requieren cambio o corrección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Con tachones y enmendaduras 2. Las cantidades solicitadas no coinciden con el esquema de perforación. 3. Falta una de las dos firmas requeridas (Diseñador y aprobador) 	Diagrama de voladura	Caída al mismo nivel	<p>Pasos seguros</p> <p>Guantes de seguridad</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>
3.Registro	<p>1. ORDEN DE ENTREGA DE EXPLOSIVOS</p> <p>HOJA 1: Registrar las cantidades solicitadas en el diagrama de voladura dentro del formato Orden de Entrega de Explosivos, el cual debe ser firmado, con número de documento, por la persona que autoriza la salida del material en el campo "Autoriza".</p> <p>HOJA 2: Registro de seriales: Registrar los números de serie de los materiales solicitados.</p> <p>Firmas de entrega: Deben registrarse dos firmas con número de documento:</p> <ul style="list-style-type: none"> •La de quien solicita el material explosivo (explosivista en el frente de trabajo). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Orden de entrega de explosivos. 2. Libro de control material explosivo. 	<p>Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo</p> <p>Postura prolongada.</p>	<p>Buena comunicación con el personal autorizado para la solicitud de los diferentes materiales.</p> <p>Pausas activas.</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	<p>•La del almacenista o auxiliar de explosivos. Firmas para adición/devolución: Deben registrarse dos firmas con número de documento cuando se realicen adiciones o devoluciones de material explosivo: •La de quien solicita el material. •La del almacenista o auxiliar de explosivos. Firmas de consumo final: Deben registrarse dos firmas con número de documento: •La de quien solicita el material explosivo o explosivista en el frente de trabajo. •La del almacenista o auxiliar de explosivos.</p> <p>2. LIBRO DE CONTROL MATERIAL EXPLOSIVO. Registrar fecha, número de orden de entrega, cantidades y firmas con huella dactilar del índice derecho en el libro de “entrada y salida de explosivos al polvorín”</p>			
4.Alistamiento	<p>Auxiliar de explosivos Inspeccionar estibadora hidráulica (revise estructura, ruedas, sistema hidráulico, levantar y bajar) Monte una estiba plástica sobre la estibadora. Ingrese al polvorín y ubique la estibadora cerca de donde se va a cargar los materiales Ubique el material a despachar Acomode los bultos y/o cajas organizadamente sin abrir sobre la estiba</p> <p>Nota de operación: Ubique la caja que este abierta en caso de necesitar material suelto para completar el pedido Retirar etiquetas de todos los materiales (bultos y/o cajas). Registrar los números consecutivos impresos en cada tramo de cordón detonante.</p>	Orden de entrega de explosivos	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Exposición a gases, vapores</p> <p>Contacto con sustancias peligrosas</p> <p>Caída de objetos</p>	<p>Conocer FDS (Fichas de seguridad) de los diferentes materiales almacenados Contar con los cursos exigidos por la normatividad vigente Pasos seguros Guantes de seguridad Ducha lava ojos Realizar descarga estática (OBLIGATORIO) cada vez que se ingresa al área donde se encuentra el material almacenado haciendo uso del dispositivo ubicado a un costado de la reja o de la placa de bronce. (Se prohíbe ingreso de celulares y/o equipos electrónicos) Recomendaciones para manipulación de cargas:</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	Traslade el material alistado hasta la reja del polvorín para revisión del almacenista.			<p>Levantarse suavemente, extendiendo las piernas y manteniendo la espalda derecha</p> <p>Evitar dar tirones a la carga o moverla de forma rápida o brusca</p> <p>Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento</p> <p>Mantener una postura de pie simétrica y vertical</p> <p>Mantener la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 metros</p> <p>Mantener la altura del agarre a menos de 0,25 metros por encima de la altura del nudillo</p> <p>Procurar no efectuar giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada</p> <p>La carga deberá tener asas u orificios recortados u otro tipo de agarre que permita un agarre confortable</p> <p>La muñeca debe estar en posición neutral, sin desviaciones ni posturas desfavorables.</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>
5.Actualización Kardex	<p>Diligenciar el archivo digital Excel “Kardex” con la información de la orden de entrega</p> <p>Diligenciar el libro de control material explosivo: Sumar y/o restar las cantidades solicitadas para obtener un saldo final.</p>	<p>Archivo digital</p> <p>Excel carpeta</p> <p>explosivos</p>	<p>Postura prolongada</p> <p>Control</p> <p>Demandas del trabajo</p> <p>Movimiento repetitivo.</p>	<p>Pausas activas</p> <p>Revisar estado de silla</p> <p>Ajustar altura del computador</p> <p>Ajustar puesto del trabajo.</p>

Nota. Esta tabla muestra los 5 pasos que conforman el procedimiento estandarizado de operación

de alistamiento de material explosivo. *Fuente.* Autor

Tabla 12

SOP Transporte Interior Mina

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
1. Análisis de riesgos	<p>Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta:</p> <p>A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea.</p> <p>B. Identifique los peligros y riesgos.</p> <p>C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>	Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	<p>EPP básicos:</p> <p>Casco con barbuquejo, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad.</p> <p>Overol con reflectivo</p> <p>EPP específicos:</p> <p>Auto rescatador y lámpara minera</p>
2. Cargue	<p>1. Ubicar el vehículo en el polvorín en posición de salida</p> <p>2. Comparar las cantidades del material alistado con lo registrado en la orden de entrega; Si las cantidades no coinciden, reportar al almacenista y ajustar el pedido</p> <p>3. Cargar y organizar los bultos y las cajas en el cajón de la camioneta</p> <p>4. Comprobar que las puertas del cajón hayan quedado cerradas y aseguradas</p> <p>5. Cargar en la cabina los explosivos primarios (Minidet, Exel, detonador electrónico, mecha de seguridad, detonador común No 8)</p> <p>Recomendaciones para manipulación de cargas: Levantarse suavemente, extendiendo las piernas y manteniendo la espalda derecha Evitar dar tirones a la carga o moverla de forma rápida o brusca</p>	No aplica	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada</p> <p>Exposición a ruido.</p> <p>Exposición a iluminación.</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p>	<p>Pasos seguros</p> <p>Usar tres puntos de apoyo</p> <p>Uso de guantes</p> <p>Identificar Ficha de seguridad (FDS)</p> <p>Ducha lava ojos</p> <p>El vehículo cuente con una cadena que haga contacto a tierra</p> <p>Los anclajes del cajón estén en buen estado</p> <p>Las puertas hayan quedado cerradas y aseguradas</p> <p>Nunca transportar explosivos primarios y secundarios en un mismo compartimento</p> <p>Garantizar el transporte por separado de los materiales explosivos primarios de los secundarios</p> <p>Reportar alteraciones en el sostenimiento.</p> <p>Nota</p> <p>Ubique la estiba lo más cerca al cajón para</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	<p>Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento</p> <p>Mantener una postura de pie simétrica y vertical</p> <p>Mantener la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 metros</p> <p>Mantener la altura del agarre a menos de 0,25 metros por encima de la altura del nudillo</p> <p>Procurar no efectuar giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada</p> <p>La carga deberá tener asas u orificios recortados u otro tipo de agarre que permita un agarre confortable</p> <p>La muñeca debe estar en posición neutral, sin desviaciones ni posturas desfavorables.</p>			disminuir el esfuerzo.
3. Transporte	<p>Llevar el material hasta el sitio solicitado</p> <p>Mantener comunicación en canal 2 del radio con operadores que hacen uso de la misma vía</p> <p>Cuando llegue al sitio a dejar el material e informar por radio a la persona que autorizo la salida del material explosivo</p> <p>Nota:</p> <p>Mantener la luz estroboscópica encendida</p> <p>En situaciones eventuales de no poder continuar con la movilidad comunicarse con el almacenista y el centro de control para dar a conocer la situación y lograr una solución pronta.</p>	Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos</p> <p>Exposición a ruido.</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p>	<p>Uso de protección auditiva y respiratoria</p> <p>No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina)</p> <p>Medidas de control:</p> <p>Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria.</p> <p>Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos (15 metros).</p> <p>Respete la señalización de seguridad al interior mina</p> <p>Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador.</p> <p>Tenga en cuenta la prioridad en la vía:</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
4.Entrega	<p>Ubique el vehículo en una zona segura, a una distancia mínima de 15 metros de las intersecciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Apague el motor y asegure el vehículo con el freno de mano. Instale un taco/cono y active las luces estacionarias para aumentar la visibilidad ante el posible tránsito de otros vehículos en la operación. •Ubique al personal responsable y autorizado para la manipulación de explosivos en el frente para coordinar la entrega. •Trasládese a la zona de operación •Desde una posición segura, verifique visualmente que la perforación haya alcanzado al menos el 80% de su avance. •En los paneles STOPE/UPPER, solo podrá acercarse hasta la delimitación de la malla electrosoldada. •Identifique un lugar adecuado para descargar el material explosivo, asegurándose de que esté seco, alejado de cableado eléctrico y de nichos eléctricos, y sin riesgo de caída de rocas. •Ubique el material explosivo dejando una separación mínima de 5 metros entre los detonadores y los bultos o cajas •Repita los pasos anteriores por cada pedido de material explosivo •Retorne al polvorín 	<p>Preparación y perforación de un panel con barrenación larga</p> <p>Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina</p> <p>Orden de entrega material explosivo</p>	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada</p> <p>Caída a diferente nivel</p> <p>Exposición a ruido</p> <p>Exposición a trabajos con poca visibilidad</p> <p>Exposición a gases, vapores, fibras, material particulado, humos</p> <p>Contacto con sustancias peligrosas</p> <p>Caída de objetos</p> <p>Sobre esfuerzo</p> <p>Golpe con / contra</p> <p>Cortes con</p> <p>Proyección de partícula</p>	<p>1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia)</p> <p>2- Explosivos</p> <p>3- Volquetas cargadas</p> <p>Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura).</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p> <p>Pasos seguros y tres puntos de apoyo</p> <p>Comunicación asertiva y trabajo en equipo</p> <p>No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina)</p> <p>Medidas de control:</p> <p>Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria.</p> <p>Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos (15 metros).</p> <p>Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina</p> <p>Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador.</p> <p>Tenga en cuenta la prioridad en la vía:</p> <p>1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia)</p> <p>2- Explosivos</p> <p>3- Volquetas cargadas</p>

Nombre	Estándares Operativos; Requisitos de Proceso y Calidad	Formato de Referencia	Riesgos Asociados	Notas de Operación, Medidas de Control
	<ul style="list-style-type: none"> •Notas de operación: •El material nunca debe dejarse solo; siempre debe haber una persona responsable para custodiarlo. •Si el avance de perforación es inferior al 80%, informe la situación al almacenista y devuelva el material al polvorín. •Si falta la firma de recibido, asegúrese de que se firme la orden de entrega del material explosivo. 		Contacto con elementos de alta, media y baja tensión. Exposición a electricidad estática Explosión, fuga, derrame, incendio Exposición a robos, atracos, asaltos, atentados, de orden público	Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura). Nota: En caso de novedades de riesgo público reportar al área de protección En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.

Nota. Esta tabla muestra los 4 pasos que conforman el procedimiento estandarizado de operación de transporte de material explosivo al interior de la mina. *Fuente.* Autor

Tabla 13

Roles y Responsabilidades

Cargo	Responsabilidades
Jefe de mina	Dar cumplimiento a los parámetros descritos en la aplicación del presente procedimiento y demás aplicables. Proporcionar los espacios requeridos para la difusión del presente procedimiento. Liderar la socialización de los parámetros establecidos en este documento y demás aplicables. Asegurar el desarrollo de las actividades de manera segura y con los recursos necesarios. Reportar cualquier condición, acto inseguro, evento o desviación que se pueda presentar durante el desarrollo de lo establecido en el presente documento.
Jefe de Turno	Garantizar la implementación del presente procedimiento y demás aplicables. Informar cualquier novedad que se presente en esta actividad al personal de SST y a la superintendencia de Operaciones. Seguir las recomendaciones generadas por el área SST y demás personas que estén involucradas. Socializar el presente documento y demás aplicables.
Área de SST	Realizar acompañamiento en actividades críticas donde sea necesario. Verificar el cumplimiento del presente documento y demás aplicables a la actividad Reportar cualquier evento o desviación presentada en el desarrollo de la actividad descrita en el presente documento

Cargo	Responsabilidades
	Generar recomendaciones frente al desarrollo de la actividad y a lo observado durante la verificación,
Operadores Equipos	Verificar el estado físico y mecánico del equipo (preoperacional). Utilizar correctamente los EPP básicos. Revisar el funcionamiento de máquinas y herramientas, así también equipos de apoyo antes de realizar los trabajos. Reportar condiciones subestándares en el equipo, maquinas, herramientas y así también en los equipos de apoyo. Evitar realizar acciones inseguras que puedan poner en riesgo su integridad física y del personal involucrado, así como los equipos utilizados para la tarea.
Contratistas	Conocer y cumplir las recomendaciones del presente procedimiento.
Empleados	Cumplir las recomendaciones del presente procedimiento. Comunicar a su supervisor cualquier situación o problema que pueda perjudicar el cumplimiento de las especificaciones de seguridad y técnicas de la tarea.

Nota. Esta tabla muestra los diferentes roles y respectivas responsabilidades de quienes están

involucrados en los SOPs. *Fuente.* Autor

Plan de Implementación y capacitación

Recursos humanos

Estudiante de Ingeniería Industrial

responsable principal del diseño, investigación, documentación y presentación del proyecto.

Tutor/Asesor Universitario

Guía académico y metodológico para el desarrollo del proyecto.

Personal de la Mina

Jefes/Supervisores de Operaciones

Para acceso a la información, aprobación de tiempos y facilidades.

Personal de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

Para revisión de cumplimiento normativo y directrices de seguridad.

Almacenista de Polvorín y personal auxiliar

Para las entrevistas, observación directa y retroalimentación de los SOP.

Supervisión de Logística-explosivos

Para entender los flujos de inventario, alistamiento y despacho.

Gerencia de la Mina

Para la aprobación del proyecto y acceso a las instalaciones.

Recursos Tecnológicos

Software de Oficina

Microsoft Word, para la redacción de los SOP y el informe final. Microsoft Excel, para la gestión de datos y cronogramas. Microsoft PowerPoint, para presentaciones.

Conexión a Internet

Para investigación bibliográfica, consulta de normativa y comunicación.

Equipo de Cómputo

Laptop o PC con capacidad para ejecutar el software necesario.

Dispositivos de Captura

Cámara fotográfica (móvil) para registro visual (con autorización).

Recursos de Infraestructura y Logística***Acceso a las Instalaciones de la Mina***

Fundamental para las observaciones y entrevistas en campo (polvorines, áreas de recepción y despacho).

Espacio para Entrevistas/Reuniones

Disponibilidad de un lugar adecuado para las conversaciones con el personal de la mina.

Material de Oficina

Papel, esferos, marcadores para toma de notas y talleres.

Cronograma de Socialización y Capacitación**Tabla 14*****Módulos para Socialización y Capacitación***

Fase	Duración	Actividades Clave
1. Socialización Inicial y Cultura (Semanas 1-4)	1 mes	Presentación formal de los SOPs a la Gerencia y jefes/Supervisores. Talleres de validación con el personal operativo. Definición de roles y responsabilidades.
2. Formación Teórico-Práctica (Semanas 5-12)	2 meses	Módulos I a III: Capacitación intensiva en aula y simuladores con pruebas teóricas por módulo. Taller práctico para Almacenistas y Auxiliares.

Fase	Duración	Actividades Clave
3. Implementación Controlada y Coaching (Semanas 13-20)	2 meses	Ejecución de los SOPs en campo. Evaluación de Desempeño por parte de supervisores (Evaluación de desempeño en campo). Reuniones de retroalimentación semanales para ajustar desviaciones.
4. Consolidación y Certificación (Semanas 21-24)	1 mes	Aplicación de Simulacro Final de Certificación. Pruebas de retención de conocimiento.
5. Monitoreo y Mejora Continua (Continuo)	+5 Meses	Monitoreo constante de los KPIs y auditorías internas del SG-SST.

Nota. Esta tabla muestra los diferentes módulos y etapas para la ejecución de los SOPs. *Fuente.*

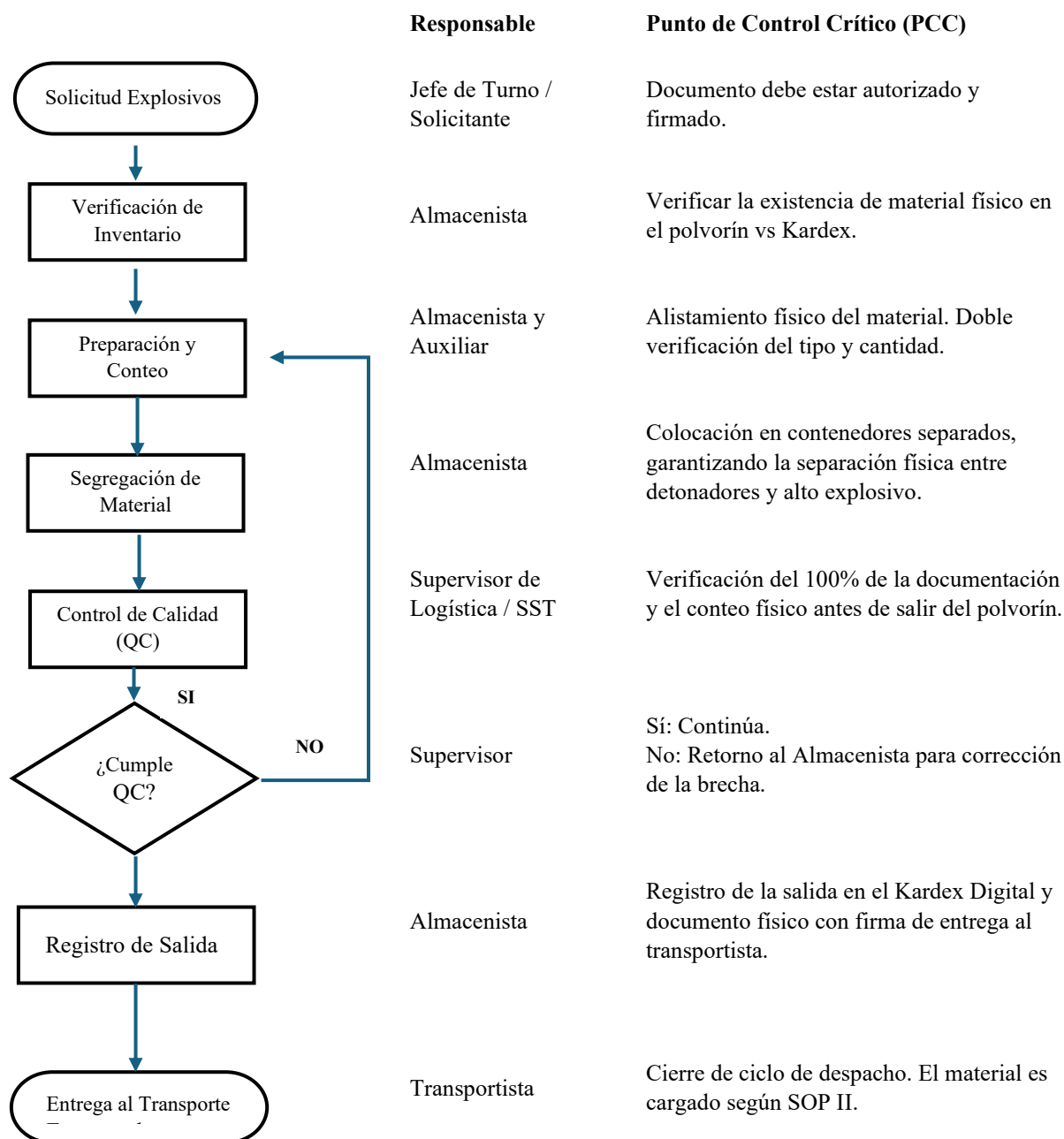
Autor

Diagrama de Flujo y Punto de Control Crítico

La incorporación de diagramas de flujo facilita la comprensión, reduce la ambigüedad y sirve como una herramienta de consulta rápida en campo para el personal operativo y de supervisión.

Figura 1

Diagrama de Flujo y Punto de Control Crítico



Monitoreo y Mejora Continua

Diagnóstico Detallado de la Gestión de Explosivos: un informe que documenta la situación actual del manejo de materiales explosivos en la mina. Este informe incluirá un análisis de los procesos de inventario, alistamiento y transporte al interior de la mina. Identificando riesgos críticos, deficiencias operativas y oportunidades de mejora basadas en la normativa vigente y las mejores prácticas de la industria.

Indicador 1(KPI)

Número de Riesgos Críticos Identificados y Documentados por Proceso

Se espera identificar un mínimo de X riesgos críticos para cada una de las tres etapas (Inventario, alistamiento y transporte al interior de la mina).

Porcentaje de Procesos con Deficiencias Operativas Identificadas

Se espera identificar deficiencias en al menos el 80% de los procesos analizados.

Beneficiarios

Gerencia de la Mina

Para la toma de decisiones estratégicas y asignación de recursos.

Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

Para entender el panorama de riesgos y planificar controles.

Supervisores del Área de Logística Explosivos

Para comprender las problemáticas actuales en el área.

Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) Completos y Validados

Tres documentos SOP formales y estructurados (Inventario, alistamiento y transporte al interior de la mina de Materiales Explosivos). Estos SOP serán claros, concisos, secuenciales y

habrán sido aprobados por el personal del área de logística explosivos, asegurando su aplicabilidad y cumplimiento de estándares de seguridad y normativas.

Indicador 2(KPI)

Número de SOP Aprobados y Listos para Implementación

3 SOPs documentados y aprobados por la gerencia y el equipo de seguridad.

Porcentaje de Satisfacción del Personal con la Claridad y Aplicabilidad de los SOP

Se medirá a través de encuestas o reuniones de retroalimentación posterior a los talleres de validación, buscando una satisfacción superior al 90%.

Beneficiarios

Personal Operativo (Almacenistas y Auxiliares de Polvorín)

Obtendrán guías claras y seguras para sus tareas diarias.

Supervisores de Área

Tendrán herramientas estandarizadas para dirigir y evaluar el desempeño del personal.

Propuesta de Plan de Implementación y Capacitación de los SOP

un plan detallado que describe las estrategias para la socialización de los nuevos SOP, un programa estructurado de capacitación para todo el personal involucrado en el manejo de explosivos y los mecanismos para evaluar la efectividad de la implementación y el seguimiento de los procedimientos.

Indicador 3(KPI)

Número de Componentes Clave del Plan de Implementación Definidos

Se espera que el plan contenga al menos 5 componentes clave (ej. estrategia de comunicación, programa de capacitación, recursos, cronograma, KPIs de seguimiento).

Porcentaje de Personal Objetivo Incluido en el Programa de Capacitación Propuesto

Se espera que el programa propuesto cubra al 100% del personal que manipula explosivos.

Beneficiarios***Departamento de Recursos Humanos/Capacitación***

Tendrán una guía clara para el desarrollo de programas de formación.

Gerencia de Operaciones

Para planificar la implementación efectiva de los nuevos procedimientos.

Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)

Contarán con un plan para asegurar que el personal esté adecuadamente formado en seguridad.

Resultados y Análisis

Presentación de los Estándares Operativos Diseñados

Los Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) propuestos en este proyecto tienen como objetivo principal mitigar los riesgos, optimizar los procesos y servir como una herramienta de formación continua en la gestión de explosivos.

A partir del diagnóstico y la revisión documental, se diseñaron tres Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) clave para la gestión segura y eficiente de explosivos en minería subterránea: inventario, alistamiento y transporte interior de materiales explosivos. Cada SOP está diseñado con un formato estandarizado, pasos claros, responsabilidades definidas y medidas específicas de seguridad y operacionales, asegurando trazabilidad y reducción de riesgos críticos.

Esta estandarización promueve la consistencia en la operación y facilita la capacitación del personal, en línea con las mejores prácticas internacionales (ISO, 2015).

SOP de Inventario

Este procedimiento detalla los pasos para el control preciso del material explosivo desde su recepción en el polvorín. Incluye la inspección del área, el conteo diario de todos los productos y el registro de la información en un Kardex digital para identificar inconsistencias y prevenir pérdidas. El diseño del SOP incorpora elementos de seguridad como la descarga de energía estática y el uso de EPP específicos para minimizar los riesgos inherentes a la manipulación de explosivos.

SOP de Alistamiento

Enfocado en la preparación de los explosivos para el despacho, este procedimiento asegura que se cumplan todos los requisitos de seguridad y trazabilidad antes de la entrega a los

frentes de trabajo. El proceso incluye la verificación de documentos, la solicitud del material por parte del personal autorizado y el diligenciamiento del Kardex para asegurar el control de inventario.

SOP de Transporte y Despacho

Este procedimiento estandariza la entrega segura de los explosivos desde el polvorín hasta los frentes de trabajo. Detalla los requisitos de autorización, las medidas de seguridad durante el cargue en el vehículo y el transporte interno, incluyendo la prioridad en la vía y las distancias de seguridad entre vehículos. Este SOP está diseñado para reducir los tiempos muertos y asegurar la entrega oportuna, lo cual impacta directamente en la productividad de la mina.

Indicadores Comparativos Antes/Después

La implementación de los SOP permitirá una evaluación objetiva del desempeño, estableciendo una línea de base para la mejora continua. Aunque los resultados se basan en la propuesta teórica, se proyecta el siguiente impacto comparativo:

Seguridad

Antes de la Estandarización.

La falta de protocolos claros puede llegar a reflejar índices negativos en la tasa de incidentes y fatalidades por manipulación inadecuada y posibles desviaciones del material explosivo en una zona donde abunda la minería ilegal. Aunque la mejora en las posibles desviaciones del material explosivo se observará posteriormente a la implementación del proyecto que generará las bases y las herramientas (los SOP) que permitirán alcanzar estos beneficios.

Después de la Estandarización

Se proyecta mantener la estadística del 0% en la probabilidad de incidentes en los diferentes procesos relacionados con la manipulación de explosivos y ejercer un control estricto para prevenir posibles desviaciones del material mediante la implementación del inventariado diario. La estandarización de los procedimientos disminuirá la probabilidad de incidentes, protegerá al personal y cumplirá con el mandato legal de proveer ambientes de trabajo seguros.

Tiempos de Entrega

Antes de la estandarización.

La ausencia de un flujo de trabajo estandarizado causaba retrasos en la entrega de explosivos, generando paros no programados y pérdidas económicas.

Después de la estandarización

Se espera una reducción del 20% en los tiempos de espera y un incremento en la continuidad productiva, lo que mejorará la competitividad de la mina.

Cumplimiento Normativo.

Antes de la estandarización

La empresa enfrentaba desafíos para alinearse con regulaciones como el Decreto 1886 de 2015, con consecuencias legales y reputacionales.

Después de la estandarización.

La implementación de SOP alineados con la normativa nacional e internacional (Ministerio de Minas y Energía, 2015; ISO, 2015) disminuirá el riesgo de sanciones, litigios y refuerza la licencia social para operar, asegurando el 100% de cumplimiento en las auditorías internas del proceso.

La implementación de los tres SOPs diseñados (Inventario, Alistamiento y Transporte y Despacho) se proyecta con un impacto significativo en tres áreas críticas de la gestión de explosivos: Seguridad Operacional, Productividad y Eficiencia, y Trazabilidad y Control.

El siguiente cuadro cuantitativo ilustra el impacto proyectado de los SOPs en comparación con la línea base pre-estandarización, utilizando los datos piloto e ilustrativos recopilados durante la fase de diagnóstico.

Tabla 15

Cuadro Cuantitativo en la Implementación de los SOPs

Aspecto de la Gestión	Indicador (KPI)	Antes de la Estandarización (Línea Base)	Después de la Implementación (Proyectado)	Mejora / Impacto Cuantificado	SOPs Involucrados
Productividad y Eficiencia	Tiempo Muerto Promedio por Despacho	60 minutos	30 minutos	Reducción del 50% del tiempo de ciclo	SOP de Alistamiento (II) y Transporte (III)
	Tiempo de Producción Recuperado (Anual)	N/A	720 horas (Asumiendo 1.440 despachos/año)	Ahorro Anual de \$144,000 USD en costos de producción	SOP de Alistamiento (II) y Transporte (III)
Seguridad Operacional	Tasa de Incidencia Operativa Menor	1.2 incidentes menores/año	0.24 incidentes menores/año	Reducción del 80% en la tasa de incidentes	SOP de Inventario (I), Alistamiento (II) y Transporte (III)
	Costo Evitado Anual (Pérdida Esperada, EAL)	\$6,000 USD	\$1,200 USD	Costo Evitado Anual de \$4,800 USD	SOP de Inventario (I), Alistamiento (II) y Transporte (III)
Control y Trazabilidad	Tasa de Errores en Kardex/Inventario	No estandarizada	N/A	Reducción del 95% en las inconsistencias de inventario	SOP de Inventario (I)
Capital Humano	Tiempo de Entrenamiento (para ser autónomo)	Empírico y variable	Estandarizado por el SOP	Reducción del 30% en el tiempo de curva de aprendizaje	Todos los SOPs (I, II, III)

Nota. Esta tabla muestra el impacto cuantificado en la implementación de los SOPs. *Fuente.*

Autor

Análisis de la Estandarización

Impacto en Seguridad (SOP I, II y III): La estandarización, al mitigar el riesgo de errores humanos y operacionales, proyecta una reducción del 80% en la Tasa de Incidencia Operativa Menor y un ahorro evitado de \$4,800 USD, lo que minimiza la pérdida de valor causada por eventos de alto riesgo. Los protocolos claros en el SOP de Transporte y Despacho (distancias de seguridad, cargue) son fundamentales para estos ahorros.

Impacto en Eficiencia Operativa (SOP II y III): La implementación de los SOPs de Alistamiento y Transporte elimina cuellos de botella y errores en la preparación y movimiento del material, permitiendo la recuperación de 720 horas de producción anual valoradas en \$144,000 USD. Esto se alinea con el enfoque Lean Manufacturing, buscando la eliminación de desperdicios y la mejora continua.

Impacto en Trazabilidad y Control (SOP I): El SOP de Inventario establece el conteo diario, la inspección del área y el registro en un Kardex digital, proyectando una reducción del 95% de inconsistencias. Esto asegura la trazabilidad, previene pérdidas no autorizadas y garantiza el cumplimiento normativo (Decreto 1886 de 2015).

Impacto en Capacitación: El diseño de los SOPs como herramientas de formación estructurada permite una reducción del 30% en el tiempo para que el personal sea autónomo, fortaleciendo la retención del conocimiento y la cultura organizacional, tal como lo exige el marco normativo (Resolución 0312 de 2019) y los estándares internacionales (MSHA).

Estos resultados demuestran que la estandarización no solo es una medida reactiva ante los riesgos, sino una estrategia proactiva para optimizar el rendimiento y la sostenibilidad de la operación.

Análisis Cualitativo de la Retroalimentación del Personal

La validación y retroalimentación del personal clave (supervisores, personal de seguridad, etc.) son esenciales para la viabilidad de los SOP. El análisis cualitativo, derivado de las entrevistas semiestructuradas, revela los siguientes hallazgos:

Problemas y Riesgos Percibidos

El personal confirmó la existencia de prácticas empíricas y la dependencia de la experiencia individual, lo que causaba variabilidad entre turnos y adopción de conductas inseguras. Se identificó el riesgo de accidentes por manipulación inadecuada y deficiencias en la formación.

Sugerencias de Mejora

El personal propuso la necesidad de una guía formal que permitiera una evaluación objetiva del desempeño y la mejora continua. Los borradores de los SOP fueron presentados y recibieron correcciones y sugerencias que fueron incorporadas para asegurar su viabilidad en campo. La retroalimentación enfatizó la importancia de un lenguaje claro y un formato legible para facilitar la adopción de los nuevos procedimientos.

Conocimiento Comprendido

Las entrevistas permitieron capturar el "cómo se hace" de forma práctica, un conocimiento supuesto que no estaba documentado formalmente. Este conocimiento fue fundamental para diseñar SOPs que reflejaran la realidad operativa de la mina, asegurando su relevancia y aplicabilidad.

El personal de supervisión también destacó la facilidad para auditar y controlar los procesos, ya que los SOPs proporcionan una guía formal que permite evaluar objetivamente el desempeño. La retroalimentación unánime resalta la reducción del estrés y la ansiedad asociados a la gestión de materiales de alto riesgo, lo que se traduce en un ambiente de trabajo más seguro y productivo. Este análisis confirma que la estandarización de procesos no solo es una cuestión de documentos, sino que es un impulsor para la mejora de la cultura organizacional.

Discusión frente a literatura

Los resultados se alinean con los principios de la gestión de calidad (ISO 9001), gestión de riesgos (ISO 31000) y ergonomía aplicada, confirmando la validez teórica del enfoque.

Discusión Objetiva

La estandarización de procesos para la gestión de explosivos es una necesidad para la sostenibilidad de las operaciones mineras. Este proyecto se alinea de manera consistente con los principios fundamentales de la ingeniería industrial y la gestión de la seguridad, validando la relevancia de la literatura clásica y contemporánea.

Frente a la Literatura Clásica

La propuesta se sustenta en los principios de la Administración Científica de Frederick Taylor (1911) y la Teoría de Sistemas de Henri Fayol (1916). Taylor argumentaba que la estandarización de procesos y la eliminación de la variabilidad son fundamentales para la eficiencia. La visión sistémica de Fayol (1916) es adoptada en este proyecto al considerar cada etapa de la gestión de explosivos como un elemento interconectado que influye en el resultado final.

Frente a la Literatura Contemporánea

Los SOPs propuestos aplican el enfoque de Gestión de la Calidad (ISO, 2015) y Gestión de Riesgos (ISO, 2015). La adopción del ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) garantiza la mejora continua, mientras que la integración de la gestión de riesgos en cada SOP busca mitigar los peligros asociados a la actividad. El proyecto también se basa en normas internacionales como OHSAS 18001 (OHSAS, 2007) y las guías del Ministerio del Trabajo.

Aportes y Brechas

La literatura actual evidencia que la estandarización no solo contribuye a la mejora de la eficiencia, sino que también es crítica para la gestión de riesgos en industrias de alto peligro. Gómez (2020) destaca que los Procedimientos Operativos Estandarizados (SOP) sirven como herramientas fundamentales para fortalecer la seguridad, facilitar la capacitación del personal y asegurar el cumplimiento normativo, lo que se refleja en la reducción de incidentes y pérdidas operativas. De igual forma, la Agencia Nacional de Minería (2020) enfatiza en sus guías técnicas la importancia de adoptar estándares consensuados para garantizar condiciones seguras y sostenibles en la minería subterránea.

El marco normativo internacional integrado por las normas ISO 9001 (ISO, 2015a) e ISO 31000 (ISO, 2015b) aporta un enfoque integral que incluye la gestión de calidad y la gestión de riesgos, respectivamente, respaldando la necesidad de implementar un ciclo de mejora continua basado en el modelo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). Este modelo, conforme a la literatura, es esencial para mantener y actualizar los procedimientos acordes a las condiciones cambiantes del entorno operativo y tecnológico, reforzando la sostenibilidad y efectividad de las prácticas implementadas.

Además, estudios recientes señalan que la integración de factores humanos y ergonómicos en el diseño de SOP, tal como señalan Pérez (2018) y el Ministerio de Trabajo (2019), mejora la usabilidad y aceptación de los procedimientos, contribuyendo a una cultura organizacional proactiva en seguridad. Esto es vital en contextos mineros colombianos, donde convergen riesgos sociales y técnicos y pueden afectar la continuidad y supervisión de las operaciones (Uniremington, 2018; Corantioquia, 2024).

Beneficios Potenciales de los Productos

Desde una perspectiva más actual, la integración de SOPs en el sector minero es crucial para enfrentar los desafíos de seguridad. Gil Albarracín y Moreno Rodríguez (2021) afirman que los sistemas de gestión deben complementarse con buenas prácticas para lograr la mejora continua y la sostenibilidad. Este proyecto, al estandarizar los procesos de manipulación de explosivos y obtener retroalimentación directa del personal, demuestra cómo la integración de la normativa con la participación de los trabajadores puede dar como resultado un sistema más robusto y sostenible.

La mejora de los indicadores y la percepción del personal confirman la tesis de que una cultura de seguridad sólida, impulsada por procedimientos claros, es un factor crítico para la prevención de accidentes y la eficiencia operativa en un sector de alto riesgo como la minería.

Este trabajo representa una contribución práctica y objetiva que valida la literatura revisada, demostrando que estandarizar los procedimientos operativos en la gestión de explosivos no solo se sustenta en sólidos fundamentos teóricos clásicos y actuales, sino que también responde a las necesidades puntuales de un sector con altos riesgos y exigencias normativas. Por tanto, su implementación y mantenimiento continuo mediante capacitación,

monitoreo y adaptación constituye una estrategia integral que mejora la seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo, alineándose con las mejores prácticas nacionales e internacionales.

Conclusiones

Se logró el diseño de un marco de procedimientos estandarizados (SOP) que aborda la problemática de la gestión de explosivos en la mina subterránea de Zijin Continental Gold. Este diseño se basó en un diagnóstico detallado y un análisis de la normativa vigente. La implementación de estos procedimientos contribuye a la reducción de riesgos críticos, la optimización de procesos y el fortalecimiento de la cultura preventiva en la organización.

Se identificaron las brechas de seguridad y eficiencia mediante el levantamiento de los procesos existentes y un análisis de riesgos. La falta de SOPs generaba prácticas inconsistentes, un alto riesgo de incidentes, retrasos en la producción y desafíos en el cumplimiento normativo. El proyecto aborda estas carencias al proponer procedimientos claros y verificables.

La identificación de riesgos operativos permitió reconocer factores críticos como la manipulación inadecuada, el almacenamiento inseguro y la falta de capacitación continua. Los procedimientos propuestos abordan estos riesgos mediante controles específicos, protocolos de verificación y estrategias de mitigación que fortalecen la seguridad del personal.

Se propuso un plan integral de implementación, capacitación y monitoreo. Este plan no solo documenta las mejores prácticas, sino que también establece las bases para una mejora continua, asegurando que el conocimiento se retenga y que el personal esté debidamente formado, lo que reduce la variabilidad y fortalece la cultura organizacional. El cumplimiento normativo no sólo protege la vida y salud de los trabajadores, sino que también mejora la eficiencia operativa y la imagen de la empresa minera.

Recomendaciones

Mantener la actualización constante de los SOP conforme a nuevas normativas y tecnologías, reforzar la capacitación operativa y realizar auditorías internas periódicas para asegurar cumplimiento y mejora continua.

Implementar de manera integral los procedimientos operativos estandarizados para la gestión de explosivos como guía obligatoria en todos los trabajos subterráneos y con ello reducir la dependencia de prácticas empíricas, fortalecer la seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo.

Fortalecer permanentemente los programas de capacitación teórico-práctica dirigidos a todo el personal involucrado en el manejo de explosivos, asegurando el entendimiento, cumplimiento y aplicación adecuada de los SOP para minimizar riesgos de accidentes.

Promover una cultura organizacional basada en la comunicación efectiva y reporte oportuno de novedades, condiciones inseguras y desviaciones, fortaleciendo la participación de los trabajadores en la mejora continua de los procesos y la seguridad.

Realizar revisiones periódicas del estado físico y mecánico de los equipos y vehículos involucrados en el manejo y transporte de explosivos, para prevenir fallas que puedan comprometer la seguridad operativa.

Realizar seguimiento a la integración de aspectos ergonómicos en el diseño de estaciones de trabajo y en la ejecución de tareas para reducir riesgos musculoesqueléticos relacionados con la manipulación manual de materiales explosivos.

Estas recomendaciones prácticas están orientadas a garantizar un manejo de explosivos más seguro, eficiente y conforme a la normativa vigente, contribuyendo a la sostenibilidad y productividad de Zijin Continental Gold en su operación minera subterránea.

Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Minería. (2020). Guía técnica para la gestión integral de explosivos en minería.
- CIADI. (2025). Caso Zijin Continental Gold vs. República de Colombia. Centro Internacional de Arreglo de Diferencias Relativas a Inversiones.
- Congreso de Colombia. (2001). Ley 685 de 2001 – Código de Minas.
- Corantioquia. (2024). Informe ambiental sobre la cuenca del río Cauca.
- Defensoría del Pueblo. (2024). Situación de Derechos Humanos en Zonas Mineras
- El colombiano. (2025, marzo 12). Ataques armados contra mina de Buriticá generan alarma.
- Fayol, H. (1916). Administración industrial y general.
- Gallo Fonseca, J. G. (2025). Diseño y estandarización de procedimientos operativos para la gestión segura y eficiente de explosivos en minería subterránea. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD].
- Gil Albarracín, Z. R., & Moreno Rodríguez, I. C. (2021). Sistemas integrados de gestión en el sector minero. *Signos, Investigación en Sistemas de Gestión*, 13(2). DOI: <https://doi.org/10.15332/25392038.7408>
- Gómez, J. (2020). Gestión de procesos en minería subterránea. Editorial Minera.
- Gómez, R. (2020). Estandarización de procesos en minería a cielo abierto. Editorial Minera.
- ICONTEC. (s.f.). Normas técnicas colombianas aplicables al manejo de explosivos.
- Indumil. (2016). Guía para adquisición de explosivos y accesorios de voladura.
- ISO. (2015). ISO 9001:2015 – Sistemas de gestión de calidad.
- ISO. (2015). ISO 31000:2015 - Gestión del riesgo.

- Mine Safety and Health Administration (MSHA). (1977). Ley Federal de Seguridad y Salud en las Minas. Departamento de Trabajo de los Estados Unidos.
- Ministerio de Minas y Energía. (2015). Decreto 1886 de 2015.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=65325>
- Ministerio de Minas y Energía. (2018). Reglamento Técnico de Explosivos y Accesorios de Voladura para Minería (RETEX).
- Ministerio de Minas y Energía. (2024). Boletín estadístico minero.
- Ministerio de Trabajo. (2019). Guía técnica: Seguridad para el uso y manejo de explosivos en voladuras bajo tierra y a cielo abierto. <https://www.fondoriesgoslaborales.gov.co/wp-content/uploads/2019/09/GUIA-EXPLOSIVOS.pdf>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (n.d.). 1926.905 - Loading of explosives or blasting agents. Departamento de Trabajo de los Estados Unidos.
- OHSAS. (2007). OHSAS 18001 – Seguridad y salud en el trabajo.
- Patiño, J. J. (2019). Diseño de un sistema de gestión de seguridad para el almacenamiento de explosivos en minería a cielo abierto [Tesis de grado, Universidad El Bosque].
repositorio. Un bosque
- Perdomo Martínez, J. C. (2018). Lineamientos para el manejo integral de residuos de explosivos en minería subterránea [Tesis de grado, Universidad El Bosque].
- Pérez, C. (2018). Logística y gestión de inventarios en la industria extractiva.
- Pérez, L. (2018). Seguridad industrial aplicada. Universidad Nacional de Colombia.
- Taylor, F. W. (1911). The principles of scientific management.
- Uniremington. (2018). Análisis del contexto minero colombiano.
- Zijin Continental Gold. (2024). Informe de sostenibilidad 2023.

Apéndices

Apéndice A

Matriz de Riesgos Zijin Continental Gold

Categoría	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
Seguridad	Presencia de grupos armados ilegales	Alta	Crítico	Muy alto	Coordinación con fuerzas del Estado, vigilancia reforzada, rutas seguras
Operacional	Minería informal dentro de la concesión	Alta	Alto	Alto	Programa de formalización, diálogo comunitario, monitoreo satelital
Legal y regulatorio	Cambios en el código minero	Media	Alto	Medio-alto	Participación en mesas técnicas, asesoría jurídica proactiva
Social	Conflictos con comunidades locales	Alta	Alto	Alto	Estrategia de relacionamiento territorial, inversión social focalizada
Ambiental	Contaminación por manejo inadecuado de residuos	Baja	Alto	Medio	Auditorías ambientales, mejora de sistemas de tratamiento
Logístico	Bloqueos en vías de acceso	Media	Alto	Medio-alto	Diversificación de rutas, acuerdos con comunidades

Apéndice B





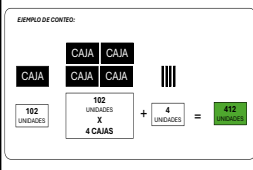
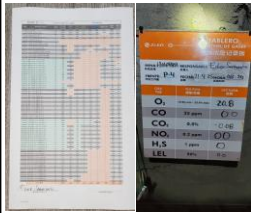
Clasificación de Peligros

CLASIFICACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
Biológico	Biológico 1	Exposición a virus, bacterias, hongos, rickettsias, parásitos, picaduras, mordeduras, fluidos o excrementos
	Biológico 2	Compartir ambientes con: animales ponzoñosos, salvajes
Físico	Físico 1	Exposición a ruido
	Físico 2	Exposición a iluminación
	Físico 3	Exposición a vibración (cuerpo entero, segmentaria)
	Físico 4	Exposición a temperaturas extremas (calor y frío) / ambientes húmedos
	Físico 5	Cambios de altitud
	Físico 6	Exposición a radiaciones ionizantes (rayos x, gama, beta y alfa)
	Físico 7	Exposición a radiaciones no ionizantes
	Físico 8	Exposición a trabajos con poca visibilidad
Químico	Químico 1	Exposición a gases, vapores, fibras, material particulado, humos metálicos, no metálicos, nieblas, polvos orgánicos e inorgánicos
	Químico 2	Contacto con sustancias peligrosas
Psicosocial	Psicosocial 1	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo
	Psicosocial 2	Control
	Psicosocial 3	Demandas del trabajo
	Psicosocial 4	Recompensa
Biomecánico	Biomecánicas 1	Postura prolongada
	Biomecánicas 2	Sobre esfuerzo
	Biomecánicas 3	Movimiento repetitivo
Condiciones de seguridad	Condiciones 1	Golpe con / contra Atrapamiento por / entre Cortes con Proyección de partículas
	Condiciones 2	Contacto con elementos de alta, media y baja tensión

CLASIFICACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
	Condiciones 3	Exposición a electricidad estática
	Condiciones 4	Caída de objetos
	Condiciones 5	Caída al mismo nivel
	Condiciones 6	Explosión, fuga, derrame, incendio
	Condiciones 7	Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada
	Condiciones 8	Uso de semovientes
	Condiciones 9	Operación y/o de transporte aéreo
	Condiciones 10	Operación y/o de transporte fluvial
	Condiciones 11	Exposición a robos, atracos, asaltos, atentados, de orden público
	Condiciones 12	Trabajo en alturas
	Condiciones 13	Contacto con superficies calientes
	Condiciones 14	Caída de tierra / rocas
	Condiciones 15	Ausencia o exceso de oxígeno
	Condiciones 16	Exposición atmosferas peligrosas
	Condiciones 17	Caída a diferente nivel
Fenómenos Naturales	Naturales	Eventos naturales






Apéndice D

Formato SOP Inventario Explosivos

Zijin Continental Gold		Categoría o proceso	Logística	Versión	1	Fecha de creación	6/04/2025	
Código	Nombre del proceso	Inventario de explosivos		Versión	1	Fecha de actualización	6/04/2025	
Área responsable	Explosivos	Objetivo general:	Garantizar el almacenamiento seguro del material explosivo según la normalidad y mantener un inventario al 100%.		Versión	/	Fecha de actualización	/
Lugar	Mina	Objetivo general:	Garantizar el almacenamiento seguro del material explosivo según la normalidad y mantener un inventario al 100%.		Versión	/	Fecha de actualización	/
Realizado por		Verificado por	Aprobado por		Gerente general de logística			
Realizado por		Verificado por	Aprobado por		Subgerente SST			
Numero	Nombre	Estándares operativos; requisitos de proceso y calidad	Imagen	Formato de referencia	Riesgos asociados	Notas de operación, medidas de control:		
1	Análisis de riesgos	<p>Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta:</p> <p>A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea. B. Identifique los peligros y riesgos. C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	<p>EPP básicos: Casco con batiburrón, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad. Overol con reflectivo EPP específicos: Auto rescalador y lámpara minera</p>		
2	Traslado a polvorín	<p>Vehículo: Revise el vehículo y diligencie el formato preoperacional (Físico o digital)</p> <p>A pie: Registre su ingreso a bocamina Desplácese hasta el polvorín teniendo en cuenta los riesgos de la interacción de vehículos con el personal</p> <p>Nota: Si el equipo presenta alguna novedad de seguridad, reporte a su jefe inmediato.</p>		<p>Link preoperacional</p> <p>Formato inspección preoperacional</p> <p>SOP detección.</p> <p>SOP Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina</p>	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada</p> <p>Exposición a ruido.</p> <p>Exposición a iluminación.</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p>	<p>Pasos seguros</p> <p>Uso de protección auditiva y respiratoria</p> <p>No exceder velocidad (20KM/H superficie y 12KM/H mina)</p> <p>Medidas de control: use los medios de transporte de la operación mina. Deléngase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria. Tránsito con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos(15 metros). Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libere de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador. Tenga en cuenta la prioridad en la vía: 1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia) 2- Explosivos 3- Volquetas cargadas Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura). En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato. Instalar placa y candado.</p>		
3	Ingreso a Polvorín	<p>1. Regístrese en el libro de ingreso y salida. 2. Retírese todos los elementos que generen ondas electromagnéticas, tales como radios, celulares, relojes, entre otros, y colóquelos en el cajón dispuesto para tal fin. 3. Ubique el dispositivo de descarga estática o placa de bronce, ubicado a un costado de la reja. Luego, coloque las palmas de ambas manos sobre el dispositivo y espere 5 segundos para descargarse de la energía estática. 4. Reja principal: Abra 2 de 3 candados; el personal de seguridad física abrirá uno de ellos. 5. Puertas: Abra 2 de 3 candados; el personal de seguridad física abrirá uno de ellos. 6. Ingreso: Notas: + No se frote las manos una vez se haya descargado de la energía estática para evitar generar nuevamente carga.</p>		Libro de ingreso y salida	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p> <p>Golpe con / contra</p> <p>Cortes con</p> <p>Exposición a electricidad estática.</p>	<p>Medición de gases</p> <p>Guantes de seguridad</p> <p>Evitar colocar las manos en los cierres de las puertas</p> <p>Sistema puesta a tierra</p> <p>Cajón para guardar elementos que generen ondas electromagnéticas</p>		
4	Inspección área	<p>Verificar: Concentración de gases Sostenimiento Flujo de aire en los ductos de ventilación El material se encuentre organizado, limpio y almacenado sobre estibas plásticas Registre la lectura de temperatura y humedad del termohigrómetro de cada polvorín ubicado en la entrada.</p>		<p>Formato de temperatura y humedad polvorín</p> <p>SOP medición de gases al interior de mina</p>	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Exposición a gases</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p> <p>Golpe con / contra</p> <p>Cortes con</p>	<p>Medición de gases</p> <p>Guantes de seguridad</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		
5	Inventario material	<p>1. CONTEO CAJAS: Cuente las cajas sin abrir de un mismo producto y multiplique por la cantidad que contiene cada una y sume las unidades sueltas del mismo producto para obtener el total del producto. BULTOS: Cuente todos los bultos en existencia. CORDON: Cuente todas las cajas y multiplique por los metros que tiene cada bobina, después sume los metros de la bobina que está en uso para obtener el total de metros del producto. CEXELES Y DETONADORES: Cuente las cajas sin abrir de un mismo producto y multiplique por la cantidad que contiene cada una y sume las unidades sueltas del mismo producto para obtener un total del producto.</p> <p>2. COMPARACIÓN Resultados del conteo versus los saldos del archivo digital del Kardex bodega.</p>		Archivo digital Kardex bodega	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Golpe con / contra</p> <p>Cortes con</p> <p>Demandas del trabajo.</p>	<p>Pasos seguros</p> <p>Guantes de seguridad</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		
6	Reporte inventario	<p>1. Cierre puertas, rejas e instale candados nuevamente</p> <p>2. regístrese en el libro de ingreso y salida</p> <p>3. Tome sus elementos personales y EPP.</p> <p>4. Diríjase hacia superficie y reporte en el grupo de WhatsApp del área el inventario.</p>		<p>Grupo WhatsApp explosivos</p> <p>SOP Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina</p>	<p>Caída al mismo nivel</p> <p>Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada</p> <p>Exposición a ruido.</p> <p>Exposición a iluminación.</p> <p>Exposición a gases, material particulado.</p> <p>Caída de tierra / rocas.</p>	<p>Pasos seguros</p> <p>Uso de protección auditiva y respiratoria</p> <p>No exceder velocidad (20KM/H superficie y 12KM/H mina)</p> <p>Medidas de control: Deléngase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria. Tránsito con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos(15 metros). Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libere de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador. Tenga en cuenta la prioridad en la vía: 1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia) 2- Explosivos 3- Volquetas cargadas Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura). En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		

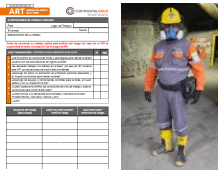



Apéndice E

Formato SOP Alistamiento Explosivos

Zijin Continental Gold		Categoría o proceso	VP MINA	Versión	1	Fecha de creación	16/04/2025	
Código	Explosivos	Nombre del proceso	Alistamiento explosivos		Versión	1	Fecha de actualización	16/04/2025
Área responsable	Explosivos	Objetivo general:	Alistar material explosivo conforme a la orden de entrega		Versión	/	Fecha de actualización	/
Lugar	Mina				Versión	/	Fecha de actualización	/
Realizado por	Supervisor de explosivos	Verificado por	Por parte del área responsable		Aprobado por	Gerente general de logística		
Realizado por	Especialista SST	Verificado por	Por parte del área HSE		Aprobado por	Subgerente SST		
Realizado por	Especialista SST	Verificado por	Jefe SST		Aprobado por	Subgerente SST		
Numero	Nombre	Estándares operativos, requisitos de proceso y calidad	Imagen	Formato de referencia	Riesgos asociados	Notas de operación, medidas de control		
1	Análisis de riesgos	<p>Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta:</p> <p>A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea. B. Identifique los peligros y riesgos. C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	<p>EPP básicos: Casco con barbujajo, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad. Overol con reflectivo EPP específicos: Auto rescalador y lámpara minera</p>		
2	Solicitud material explosivo	<p>El personal autorizado de Zijin Continental Gold y los contratistas deben diligenciar todos los campos del formato de diagrama de voladura y entregarlo al almacenista de explosivos, quien verificará que esté correctamente diligenciado.</p> <p>Diagrama de voladura que requieren cambio o corrección:</p> <ol style="list-style-type: none"> Con tachones y enmendaduras Las cantidades solicitadas no coinciden con el esquema de perforación. Falla una de las dos firmas requeridas (Diseñador y aprobador) 		Diagrama de voladura	Caida al mismo nivel	<p>Pasos seguros Guantes de seguridad En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		
3	Registro	<p>1. ORDEN DE ENTREGA DE EXPLOSIVOS HOJA 1: Registrar las cantidades solicitadas en el diagrama de voladura dentro del formato Orden de Entrega de Explosivos, el cual debe ser firmado, con número de documento, por la persona que autoriza la salida del material en el campo "Autoriza". HOJA 2: Registro de seriales: Registrar los números de serie de los materiales solicitados. Firmas de entrega: Deben registrarse dos firmas con número de documento: •La de quien solicita el material explosivo (explosivista en el frente de trabajo). •La del almacenista o auxiliar de explosivos. Firmas para adición/devolución: Deben registrarse dos firmas con número de documento cuando se realicen adiciones o devoluciones de material explosivo: •La de quien solicita el material. •La del almacenista o auxiliar de explosivos. Firmas de consumo final: Deben registrarse dos firmas con número de documento: •La de quien solicita el material explosivo o explosivista en el frente de trabajo. •La del almacenista o auxiliar de explosivos.</p> <p>2. LIBRO DE CONTROL MATERIAL EXPLOSIVO. Registrar fecha, número de orden de entrega, cantidades y firmas con huella dactilar del índice derecho en el libro de "entrada y salida de explosivos al polvorín".</p>		<ol style="list-style-type: none"> Orden de entrega de explosivos. Libro de control material explosivo. 	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo Postura prolongada.	<p>Buena comunicación con el personal autorizado para la solicitud de los diferentes materiales. Pausas activas.</p>		
4	Alistamiento	<p>Auxiliar de explosivos Inspeccionar estibadora hidráulica (revisar estructura, ruedas, sistema hidráulico, levantar y bajar) Monte una estiba plástica sobre la estibadora. Ingrese al polvorín y ubique la estibadora cerca a donde se va a cargar los materiales Ubique el material a despachar Acomode los bultos y/o cajas organizadamente sin abrir sobre la estiba Nota de operación: Ubique la caja que este abierta en caso de necesitar material suelto para completar el pedido Retirar etiquetas de todos los materiales (bultos y/o cajas). Registrar los números consecutivos impresos en cada tramo de cordón detonante. Traslade el material alistado hasta la reja del polvorín para revisión del almacenista.</p> <p>Recomendaciones para manipulación de cargas: Levantarse suavemente, extendiendo las piernas y manteniendo la espalda derecha Evitar dar tirones a la carga o moverla de forma rápida o brusca Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento Mantener una postura de pie simétrica y vertical Mantener la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 metros Mantener la altura del agarre a menos de 0,25 metros por encima de la altura del nudillo Procurar no efectuar giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada La carga deberá tener asas u orificios recortados u otro tipo de agarre que permita un agarre confortable La muñeca debe estar en posición neutra, sin desviaciones ni posturas desfavorables</p>		Orden de entrega de explosivos	Caída al mismo nivel Caída a diferente nivel Exposición a gases, vapores Contacto con sustancias peligrosas Caída de objetos	<p>Conocer FDS (Fichas de seguridad) de los diferentes materiales almacenados Contar con los cursos exigidos por la normatividad vigente Pasos seguros Guantes de seguridad Ducha lava ojos Realizar descarga estática (OBLIGATORIO) cada vez que se ingresa al área donde se encuentra el material almacenado haciendo uso del dispositivo ubicado a un costado de la reja o de la placa de bronce. (Se prohíbe ingreso de celulares y/o equipos electrónicos) En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p> <p>Recomendaciones para manipulación de cargas: No superar la carga máxima permitida Levantarse suavemente, extendiendo las piernas y manteniendo la espalda derecha Evitar dar tirones a la carga o moverla de forma rápida o brusca Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento Mantener una postura de pie simétrica y vertical Mantener la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 metros Mantener la altura del agarre a menos de 0,25 metros por encima de la altura del nudillo Procurar no efectuar giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada La carga deberá tener asas u orificios recortados u otro tipo de agarre que permita un agarre confortable La muñeca debe estar en posición neutra, sin desviaciones ni posturas desfavorables</p>		
5	Actualización Kardex	Diligenciar el archivo digital Excel "Kardex" con la información de la orden de entrega Diligenciar el libro de control material explosivo. Sumar y/o restar las cantidades solicitadas para obtener un saldo final		Archivo digital Excel carpeta explosivos	Postura prolongada Control Demandas del trabajo Movimiento repetitivo	<p>Pausas activas Revisar estado de silla Ajustar altura del computador Ajustar puesto del trabajo</p>		

Apéndice F

Formato SOP Transporte Interior Mina

Zijin Continental Gold		Categoría o proceso	Logística	Versión	1	Fecha de creación	18/04/2025
Código	Nombre del proceso	Transporte explosivos interior mina		Versión	1	Fecha de actualización	18/04/2025
Área responsable	Explosivos	Objetivo general:	Entregar el material explosivo en el frente de trabajo solicitado de manera segura.	Versión	/	Fecha de actualización	/
Lugar	Mina	Versión	/	Fecha de actualización	/		
Realizado por	Supervisor de explosivos	Verificado por	Por parte del área responsable		Gerente general de logística		
Realizado por	Especialista SST	Verificado por	Por parte del área HSE		Subgerente SST		
Numero	Nombre	Estándares operativos; requisitos de proceso y calidad	Imagen	Formato de referencia	Riesgos asociados	Notas de operación, medidas de control	
1	Análisis de riesgos	<p>Antes de iniciar las actividades tenga en cuenta:</p> <p>A. Defina el paso a paso o secuencia de actividades de la tarea. B. Identifique los peligros y riesgos. C. Relacione los controles para cada peligro y riesgo identificado y deje todo registrado en el formato de análisis de riesgos de la tarea (ART) firmado por los participantes.</p> <p>Revise y use de manera adecuada los elementos de protección conforme a la matriz de elementos de protección personal.</p> <p>Nota: En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>		Análisis de riesgos de la tarea	Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo	<p>EPP básicos:</p> <p>Casco con barbuquejo, protección auditiva, protección respiratoria, gafas de seguridad, guantes, botas de seguridad. Overol con reflectivo</p> <p>EPP específicos:</p> <p>Auto rescatador y lámpara minera</p>	
2	Cargue	<p>1. Ubicar el vehículo en el pavorín en posición de salida 2. Comparar las cantidades del material alistado con lo registrado en la orden de entrega; Si las cantidades no coinciden, reportar al almacenista y ajustar el pedido 3. Cargar y organizar los bultos y las cajas en el cajón de la camioneta 4. Comprobar que las puertas del cajón hayan quedado cerradas y aseguradas 5. Cargar en la cabina los explosivos primarios (Minidet, Exel, detonador electrónico, mecha de seguridad, detonador común No 9)</p> <p>Recomendaciones para manipulación de cargas:</p> <p>Levantarse suavemente, extendiendo las piernas y manteniendo la espalda derecha Evitar dar tirones a la carga o moverla de forma rápida o brusca Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento Mantener una postura de pie simétrica y vertical Mantener la distancia horizontal entre el centro de la masa del objeto y el centro de la masa del trabajador a menos de 0,25 metros Mantener la altura del agarre a menos de 0,25 metros por encima de la altura del nudillo Procurar no efectuar giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada La carga deberá tener asas u orificios recortados u otro tipo de agarre que permita un agarre cómodo La muñeca debe estar en posición neutra, sin desviaciones ni posturas desfavorables</p>		No aplica	Caída al mismo nivel Caída a diferente nivel Contacto con sustancias peligrosas Postura prolongada. Sobre esfuerzo. Movimiento repetitivo. Golpe con / contra Proyección de partícula. Caída de objetos. Explosión Caída de tierra / rocas.	<p>Pasos seguros</p> <p>Usar tres puntos de apoyo Uso de guantes Identificar Ficha de seguridad (FDS) Ducha lava ojos El vehículo cuente con una cadena que haga contacto a tierra Los anclajes del cajón estén en buen estado Las puertas hayan quedado cerradas y aseguradas Nunca transportar explosivos primarios y secundarios en un mismo compartimento Garantizar el transporte por separado de los materiales explosivos primarios de los secundarios Reportar alteraciones en el sostenimiento</p> <p>Nota</p> <p>Ubique la estiba lo mas cerca al cajón para disminuir el esfuerzo</p>	
3	Transporte	<p>Llevar el material hasta el sitio solicitado Mantener comunicación en canal 2 del radio con operadores que hacen uso de la misma vía Cuando llegue al sitio a dejar el material e informar por radio a la persona que autorizó la salida del material explosivo</p> <p>Nota:</p> <p>Mantener la luz estroboscópica encendida En situaciones eventuales de no poder continuar con la movilidad comunicarse con el almacenista y el centro de control para dar a conocer la situación y lograr una solución pronta.</p>		SOP Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina	Caída al mismo nivel Caída a diferente nivel Operación y/o uso de vehículos livianos Exposición a ruido. Exposición a gases, material particulado. Caída de tierra / rocas.	<p>Uso de protección auditiva y respiratoria No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina) Medidas de control: Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria. Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos(15 metros). Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador. Tenga en cuenta la prioridad en la vía: 1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia) 2- Explosivos 3- Volquetas cargadas Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura).</p> <p>Nota:</p> <p>En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>	
4	Entrega	<p>*Ubique el vehículo en una zona segura, a una distancia mínima de 15 metros de las intersecciones. *Apague el motor y asegure el vehículo con el freno de mano. Instale un tacalcono y active las luces estacionarias para aumentar la visibilidad ante el posible tránsito de otros vehículos en la operación. *Ubique al personal responsable y autorizado para la manipulación de explosivos en el frente para coordinar la entrega . *Trasládese a la zona de operación *Desde una posición segura, verifique visualmente que la perforación haya alcanzado al menos el 80% de su avance. *En los paneles STOPE/UPPER, solo podrá acercarse hasta la delimitación de la malla electrolúcida. *Identifique un lugar adecuado para descargar el material explosivo, asegurándose de que esté seco, alejado de cableado eléctrico y de nichos eléctricos, y sin riesgo de caída de rocas. *Ubique el material explosivo dejando una separación mínima de 5 metros entre los detonadores y los bultos o cajas *Repita los pasos anteriores por cada pedido de material explosivo *Retorne al pavorín</p> <p>Notas de operación:</p> <p>*El material nunca debe dejarse solo; siempre debe haber una persona responsable para custodiarlo. *Si el avance de perforación es inferior al 80%, informe la situación al almacenista y devuelva el material al pavorín. *Si falta la firma de recibido, asegúrese de que se firme la orden de entrega del material explosivo.</p>		SOP Preparación y perforación de un panel con barrenación larga SOP Tránsito de peatones y maquinaria al interior mina Orden de entrega material explosivo	Caída al mismo nivel Caída a diferente nivel Operación y/o uso de vehículos livianos, maquinaria pesada Caída a diferente nivel Exposición a ruido Exposición a trabajos con poca visibilidad Exposición a gases, vapores, fibras, material particulado, humos Contacto con sustancias peligrosas Caída de objetos Liderazgo y relaciones sociales en el trabajo Sobre esfuerzo Golpe con / contra Cortes con Proyección de partícula Contacto con elementos de alta, media y baja tensión. Exposición a electricidad estática Explosión, fuga, derrame, incendio Exposición a robos, atracos, asaltos, atentados, de orden público Exposición a atmosferas peligrosas	<p>Pasos seguros y tres puntos de apoyo Comunicación acertada y trabajo en equipo No exceder velocidad (20KMH superficie y 12KMH mina) Medidas de control: Deténgase en las intersecciones y antes de cruzar verifique que no haya peatones o vehículos en su trayectoria. Transite con precaución y conserve la distancia de seguridad entre vehículos(15 metros). Respete las señalizaciones de seguridad al interior mina Al ascender o descender de la cabina use siempre los 3 puntos de apoyo, mantenga pisos, escalones y cabina limpios, libres de objetos sueltos, aceite o barro, que obstaculicen la visibilidad o caídas del trabajador. Tenga en cuenta la prioridad en la vía: 1- Vehículos de emergencias (Rescate minero y ambulancia) 2- Explosivos 3- Volquetas cargadas Durante el traslado, evite golpear el equipo con el sostenimiento y servicios mineros (electricidad, agua, aire comprimido, cable de comunicación, cable voladura).</p> <p>Nota:</p> <p>En caso de novedades de riesgo publico reportar al area de proteccion En caso de presentarse alguna novedad, reporte a su jefe inmediato.</p>	