

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTEGRADO PARA OPTIMIZAR LA SEGURIDAD EN GOLD FIELDS: PROTECCIÓN INTEGRAL DE ACTIVOS, PERSONAL Y DATOS EN UN ENTORNO MINERO”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jorge Ancelmo Chilon Correa

Asesor:

Ing. Carlos Marcelo Pérez Heredia
<https://orcid.org/0000-0002-0321-0500>

Cajamarca - Perú

2024

INFORME DE SIMILITUD



16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia
(Giovana, Giancarlo y Alexia) por
todo el apoyo moral que me dieron y la
motivación de seguir adelante para
lograr mi objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme las
fuerzas necesarias de lograr esta meta,
así mismo a mi esposa e hijos quienes a
pesar de los obstáculos supere recibí el
apoyo incondicional, y que con sus
palabras de aliento no me dejaban
decaer.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INFORME DE SIMILITUD | 2 |
| DEDICATORIA..... | 3 |
| AGRADECIMIENTO | 4 |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 7 |
| RESUMEN EJECUTIVO | 8 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 13 |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA | 25 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | 34 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 68 |
| REFERENCIAS | 71 |
| ANEXOS..... | 74 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Etapas del proyecto..... | 31 |
| Tabla 2 Cobertura de CCTV..... | 34 |
| Tabla 3 Problemas identificados..... | 36 |
| Tabla 4 Capacitaciones..... | 36 |
| Tabla 5 Incidentes..... | 38 |
| Tabla 6 Análisis FODA..... | 39 |
| Tabla 7 Costos de materiales..... | 41 |
| Tabla 8 Distribución de cámaras..... | 42 |
| Tabla 9 Materiales de Prosegur..... | 44 |
| Tabla 10 Distribución de radares AXIS..... | 45 |
| Tabla 11 Plan de implementación del software de gestión..... | 48 |
| Tabla 12 Desglose del presupuesto del proyecto..... | 50 |
| Tabla 13 Identificación de peligros..... | 52 |
| Tabla 14 Evaluaciones de riesgo..... | 52 |
| Tabla 15 Medidas de control..... | 53 |
| Tabla 16 Cronograma de implementación de controles..... | 53 |
| Tabla 17 Matriz IPERC..... | 56 |
| Tabla 18 Matriz PHVA..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Historial de agraviados del periodo 2020 – 2023 | 29 |
| Figura 2 Diagrama de Ishikawa – identificación de problema..... | 30 |
| Figura 3 Instalación de cámara PTZ..... | 43 |
| Figura 4 Instalación de radares AXIS | 46 |
| Figura 5 Instalación de cámaras de vigilancia y detección | 51 |

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se analizó la implementación de un sistema de seguridad electrónico integrado en la empresa minera Gold Fields, con el objetivo de optimizar la protección de sus activos, personal y datos en un entorno minero desafiante. La evaluación inicial reveló deficiencias significativas en el sistema de vigilancia existente, como la falta de cámaras con visión nocturna y alta resolución, lo que afectaba negativamente la capacidad de la empresa para prevenir intrusiones y otros incidentes de seguridad. Además, se identificaron problemas en la comunicación y coordinación del equipo de seguridad debido a la falta de capacitación en el uso de tecnologías avanzadas, lo que resultaba en respuestas ineficaces ante incidentes. Para abordar estos problemas, se implementó la matriz IPERC, que permitió identificar y priorizar los riesgos en las áreas más críticas de la operación. También se aplicó el ciclo PHVA para guiar la mejora continua del sistema de seguridad, estableciendo metas como la reducción del 50% en los incidentes de seguridad en áreas críticas. La integración de tecnologías avanzadas de videovigilancia, control de acceso electrónico, y un sistema de gestión centralizado resultó en una mejora sustancial en la capacidad de la empresa para prevenir y responder a incidentes. Además, se llevaron a cabo auditorías regulares para asegurar la efectividad continua del sistema. Como resultado, se logró no solo reducir el número de incidentes, sino también aumentar la eficiencia operativa, reducir los costos asociados con pérdidas y mejorar la moral del personal.

Palabras clave: Seguridad electrónica, videovigilancia, control de acceso, y optimización operativa.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La seguridad en el entorno minero ha sido un desafío complejo que exigía soluciones robustas y adaptables para proteger tanto los activos físicos como la integridad del personal y los datos sensibles. En Gold Fields, una empresa minera de renombre mundial, la necesidad de optimizar la seguridad llevó a la implementación de un sistema electrónico integrado; este proyecto no solo abordó los problemas inherentes de la seguridad física tradicional sino que también introdujo tecnologías avanzadas para crear un entorno más seguro y controlado.

Históricamente, Gold Fields había dependido de métodos convencionales de seguridad, como guardias de seguridad y barreras físicas; sin embargo, estos métodos presentaban limitaciones significativas en términos de eficacia y eficiencia. La creciente complejidad de las operaciones mineras, junto con la expansión de la infraestructura y el aumento de los riesgos, hizo evidente la necesidad de adoptar un enfoque más moderno y tecnológico; la implementación de un sistema electrónico integrado surgió como una solución innovadora que prometía mejorar sustancialmente la seguridad en todas las áreas críticas de la operación.

El objetivo principal de este proyecto fue reemplazar la seguridad física por sistemas electrónicos avanzados, incluyendo la instalación de cámaras de videovigilancia de última generación. Estas cámaras no solo ofrecían una cobertura visual exhaustiva, sino que también estaban equipadas con tecnologías de análisis de video que permitían la detección automática de amenazas y la respuesta inmediata a incidentes; además, la integración de estos sistemas con otros dispositivos de seguridad, como sensores y alarmas, creó una red de protección interconectada que optimizó la vigilancia y el control en tiempo real.

La implementación de este sistema priorizó la seguridad del personal, garantizando una reducción significativa de los riesgos asociados a accidentes y situaciones de emergencia. Gracias a la vigilancia avanzada y las rápidas respuestas ante incidentes, se fortaleció la integridad física y mental de los trabajadores, asegurando un entorno laboral más seguro; además, el sistema mejoró la protección de los activos físicos de la empresa, optimizando su seguridad con una tecnología robusta e interconectada. En paralelo, la gestión de la información crítica también se vio reforzada, permitiendo un control más seguro y eficiente de los datos.

Con la introducción de cámaras de videovigilancia, se logró una cobertura completa de todas las áreas críticas de la operación minera; estas cámaras, equipadas con capacidades de visión nocturna y alta resolución, permitieron una vigilancia constante y detallada. El análisis de video avanzado proporcionó una capa adicional de seguridad al identificar comportamientos sospechosos y alertar a los operadores en tiempo real; de esta manera, se pudo responder de inmediato a cualquier incidente, mejorando la efectividad de las medidas de seguridad.

La integración de sensores y alarmas con el sistema de videovigilancia añadió una dimensión adicional de protección; los sensores de movimiento y las alarmas se colocaron estratégicamente en puntos vulnerables, lo que permitió detectar cualquier intento de intrusión o actividad sospechosa. Cuando se activaban los sensores, se enviaba una alerta instantánea al centro de control, donde los operadores podían verificar la situación a través de las cámaras y tomar las medidas necesarias; esta integración aseguró una respuesta rápida y coordinada ante cualquier amenaza.

La protección del personal fue la principal prioridad en la implementación del sistema electrónico, dado que en un entorno minero los trabajadores enfrentan riesgos frecuentes como caídas, impactos por maquinaria, y exposiciones a sustancias tóxicas. Con la introducción del nuevo sistema en 2024, se mejoró notablemente la capacidad de monitoreo de las condiciones de trabajo y la rapidez en la respuesta ante emergencias. Antes de la implementación, el tiempo promedio de respuesta a incidentes era de 25 minutos, y se requería la intervención de hasta 12 trabajadores. Tras la integración del sistema, el tiempo de respuesta se redujo a 10 minutos, utilizando solo 6 trabajadores, lo que representa una mejora del 60% en la eficiencia operativa y una reducción significativa en la gravedad y frecuencia de los accidentes.

La seguridad de los datos también fue un componente clave del proyecto; en la era digital, la información es uno de los activos más valiosos de cualquier empresa, y en Gold Fields no fue diferente. La implementación del sistema electrónico incluyó medidas para proteger los datos sensibles de la empresa; esto se logró mediante la encriptación de la información y el control de acceso, asegurando que solo el personal autorizado pudiera acceder a datos críticos. Además, se implementaron sistemas de respaldo y recuperación de datos para garantizar la continuidad de las operaciones en caso de cualquier incidente.

La capacitación del personal fue fundamental para el éxito del proyecto; un sistema avanzado de seguridad es tan efectivo como las personas que lo operan. Se llevó a cabo un programa de capacitación exhaustivo para asegurar que todos los operadores y el personal relevante estuvieran familiarizados con el nuevo sistema; esta capacitación incluyó no solo el uso de las cámaras y sensores sino también la interpretación de las alertas y la coordinación de respuestas ante incidentes. Con personal capacitado, se garantizó que el sistema funcionara de manera óptima y se maximizara su efectividad.

Uno de los principales beneficios de la implementación del sistema electrónico fue la mejora en la eficiencia operativa; con un monitoreo constante y automatizado, se redujeron las necesidades de intervención manual y se optimizaron los recursos. Esto permitió a Gold Fields reasignar personal a otras áreas críticas, aumentando la productividad general de la operación; además, la capacidad de responder rápidamente a incidentes redujo el tiempo de inactividad y mejoró la continuidad de las operaciones.

Otro beneficio significativo fue la disuasión de actividades ilícitas; la presencia de cámaras y sensores visibles actuó como un fuerte disuasivo contra el robo y el vandalismo. Las personas con intenciones maliciosas eran menos propensas a intentar ingresar a áreas protegidas sabiendo que estaban bajo constante vigilancia; esto no solo protegió los activos de la empresa, sino que también creó un entorno de trabajo más seguro para todos los empleados.

La implementación del sistema electrónico también permitió una mayor transparencia y responsabilidad; todas las actividades y eventos quedaron registrados en video, proporcionando un registro detallado y verificable de todas las operaciones. Esto fue particularmente útil en la investigación de incidentes y en la evaluación del desempeño del personal; con un registro claro de eventos, fue posible identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas, fortaleciendo aún más la seguridad y la eficiencia.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación

2.1.1. Nacionales

En investigaciones realizadas a nivel nacional, se encontró a Pérez (2016), quien desarrolló una tesis titulada “Diseño de un sistema de seguridad electrónica con monitoreo centralizado para protección de una instalación minera” presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú para optar al título de Ingeniero Electrónico. El objetivo fue diseñar un sistema de seguridad electrónica que integre videovigilancia, control de acceso y alarmas, centralizando su administración en un centro de control. El estudio concluyó que este sistema reduce significativamente los costos operativos en comparación con la vigilancia manual, además de mejorar la eficiencia en la respuesta a incidentes.

Veliz (2018) realizó una tesis titulada “Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad, Salud ocupacional, bajo la norma ISO 45001 para optimizar las operaciones mineras en la Compañía Minera Casapalca S.A.” en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Su objetivo fue establecer un sistema integral de seguridad en las operaciones mineras, el cual incluyó componentes electrónicos y protocolos de seguridad avanzados. Los resultados mostraron una mejora en la reducción de accidentes laborales y una mayor percepción de seguridad entre los trabajadores.

Rodríguez (2021), en su investigación “Implementación del Programa de Seguridad basada en el comportamiento – SBC, para incrementar comportamientos seguros en trabajadores del sector minero en Cajamarca” en la Universidad Privada del Norte, se enfocó en cómo la tecnología, integrada con programas de capacitación en seguridad, puede reducir los incidentes laborales. Rodríguez demostró que el programa

SBC, acompañado de tecnología avanzada, logró disminuir en un 40% los incidentes de seguridad.

Rojas (2020) presentó su tesis “Sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional basado en ISO 45001:2018 en la empresa minera M&B Minera S.A.C.” en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. El estudio abordó la implementación de un sistema de seguridad electrónica en la gestión diaria de seguridad laboral, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo las tasas de accidentes.

Salas (2018) desarrolló una investigación titulada “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para la seguridad ocupacional en minas subterráneas” en la Universidad de Ciencias y Artes de América Latina. El estudio se centró en la creación de un sistema de monitoreo que permitiera una gestión más efectiva de la seguridad en ambientes subterráneos, concluyendo que el uso de sensores avanzados y sistemas de alarma centralizados redujo los incidentes en un 30%.

2.1.1. Internacional

Smith (2023), en su tesis “Advanced Electronic Security Systems in Australian Mining Operations”, presentada en la University of Sydney, exploró la implementación de sistemas de seguridad electrónica avanzada en operaciones mineras australianas. Smith diseñó un sistema que integraba cámaras de alta resolución con análisis de video en tiempo real, sensores de movimiento, y control de acceso biométrico, demostrando una reducción del 70% en robos y un 50% en incidentes de seguridad.

Müller (2022), en su tesis “Optimierung der Sicherheit in Bergbauunternehmen durch elektronische Überwachungssysteme” en la Technische Universität München, analizó la eficiencia de los sistemas de vigilancia electrónica en minas alemanas. Müller

implementó un sistema de monitoreo centralizado que incluyó cámaras térmicas y sensores de proximidad, logrando una reducción del 50% en incidentes de seguridad en las operaciones mineras.

Johnson (2021), en su estudio “Electronic Access Control Systems in High-Risk Industries” en la University of Cambridge, investigó la efectividad de los sistemas de control de acceso electrónico en la industria minera del Reino Unido. Johnson concluyó que la implementación de estos sistemas mejoró significativamente la seguridad de los trabajadores y redujo las intrusiones no autorizadas en un 80%.

Wang (2020) presentó su tesis “Impact of Surveillance Technologies on Safety in Chinese Mining Enterprises” en la Tsinghua University. Wang implementó un sistema de vigilancia avanzada con cámaras de inteligencia artificial y análisis predictivo de incidentes, lo que resultó en una reducción del 45% en accidentes laborales y una mejora en la coordinación durante emergencias.

Martínez y Rodríguez (2019), en su investigación “Integración de tecnologías de seguridad electrónica en minas latinoamericanas”, realizada en la Universidad de Chile, evaluaron la implementación de sistemas electrónicos integrados en minas en Chile y Perú. Los resultados indicaron que estas tecnologías mejoraron tanto la seguridad física como la eficiencia operativa, al reducir los tiempos de inactividad debido a incidentes de seguridad.

2.2 Contexto actual del sector

Gestión (2024) reporta que la economía peruana cerró en negativo en el año 2023, con una contracción del 0.55%, afectando particularmente al sector manufacturero con una reducción del 6.65%. Esta situación ha obligado a las empresas a buscar formas más

eficientes de operar, implementando nuevas tecnologías que optimicen sus procesos y aseguren su competitividad. En el caso de la empresa objeto de este estudio, los efectos de la recesión económica han sido notorios, con una disminución en las ventas y un incremento en los costos operativos, lo que subraya la necesidad de una revisión exhaustiva de sus procesos productivos y de seguridad para garantizar su supervivencia en un entorno económico incierto.

2.3. Sistemas electrónicos de seguridad en entornos mineros

La implementación de sistemas electrónicos de seguridad en entornos mineros es esencial para enfrentar las complejidades y peligros inherentes a la operación en minas, donde las condiciones extremas y la infraestructura extensa pueden representar desafíos significativos para la protección de los activos y del personal. Estos sistemas están diseñados para ofrecer un monitoreo integral, detección temprana de incidentes, y una respuesta coordinada y eficiente ante cualquier amenaza o emergencia.

Pérez (2016) describe que estos sistemas se componen de múltiples subsistemas interconectados, que incluyen:

- Videovigilancia de alta definición: Las cámaras de alta definición son la columna vertebral del sistema de vigilancia en una mina. Estas cámaras están distribuidas estratégicamente para cubrir todas las áreas críticas, incluyendo puntos de entrada y salida, zonas de almacenamiento de materiales peligrosos, y áreas donde se realiza la extracción de minerales. La alta resolución permite capturar detalles precisos, que son fundamentales para identificar personas y actividades sospechosas.
- Sensores de detección ambiental: Los sensores de detección de gases, temperatura, y movimiento son cruciales en un entorno donde las condiciones

pueden cambiar rápidamente y representar un peligro significativo. Estos sensores están diseñados para detectar cambios sutiles en el entorno que podrían indicar un peligro inminente, como la acumulación de gases tóxicos, incendios o movimientos de tierra inestables. Al detectar estos cambios, los sensores pueden activar alarmas y protocolos de seguridad automáticamente.

- Control de acceso electrónico: Este componente asegura que solo el personal autorizado tenga acceso a áreas restringidas de la mina. Los sistemas de control de acceso utilizan tecnologías avanzadas como reconocimiento facial, escaneo de huellas dactilares, y tarjetas de proximidad para autenticar a las personas que intentan ingresar. Estos sistemas también registran todas las entradas y salidas, lo que permite llevar un registro detallado de la actividad en la mina.
- Sistemas de alarma y notificación: Cuando se detecta un problema, los sistemas de alarma y notificación entran en acción. Estas alarmas no solo alertan al personal en el sitio, sino que también envían notificaciones a los operadores y supervisores a través de dispositivos móviles y sistemas de comunicación centralizados. La capacidad de responder rápidamente a las alarmas es crucial para minimizar el impacto de un incidente.
- Monitoreo centralizado y gestión de respuesta: Todos los datos recogidos por las cámaras, sensores y sistemas de control de acceso son enviados a un centro de control centralizado, donde los operadores pueden monitorear la situación en tiempo real. Este centro actúa como el cerebro del sistema de seguridad, permitiendo una supervisión continua y coordinando la respuesta a cualquier incidente. El monitoreo centralizado también facilita la coordinación entre diferentes equipos de seguridad y operaciones, asegurando que todos trabajen de manera sincrónica durante una emergencia.

2.4. Tecnologías avanzadas de videovigilancia

Las tecnologías avanzadas de videovigilancia han revolucionado la seguridad en las operaciones mineras, permitiendo un monitoreo más preciso, proactivo, y efectivo. Estas tecnologías no solo capturan imágenes, sino que también las analizan en tiempo real para identificar posibles amenazas antes de que se conviertan en problemas graves.

Smith (2023) enfatiza que las tecnologías avanzadas de videovigilancia incluyen:

- Análisis de video en tiempo real con inteligencia artificial: Las cámaras modernas no solo graban video, sino que también lo procesan utilizando algoritmos de inteligencia artificial (IA). Estos algoritmos pueden identificar patrones inusuales, como la presencia de personas en áreas restringidas o movimientos sospechosos de vehículos. El análisis de video en tiempo real permite a los operadores intervenir antes de que una situación se descontrole, lo que es esencial en un entorno donde los incidentes pueden escalar rápidamente.
- Reconocimiento facial y de objetos: El reconocimiento facial es una herramienta poderosa que permite a las cámaras identificar automáticamente a las personas que ingresan a la mina. Esto es especialmente útil para verificar que solo el personal autorizado acceda a áreas críticas. Además, el reconocimiento de objetos permite a las cámaras detectar la presencia de objetos peligrosos, como herramientas abandonadas o explosivos, que podrían representar un riesgo si no se manejan adecuadamente.
- Visión nocturna y térmica: En entornos donde la visibilidad es limitada, como minas subterráneas o áreas de operación nocturna, la capacidad de las cámaras para operar con poca luz es crucial. Las cámaras equipadas con visión nocturna

e infrarroja pueden capturar imágenes claras en completa oscuridad, asegurando que la vigilancia no se vea comprometida por la falta de luz. Las cámaras térmicas, por su parte, detectan las diferencias de calor, lo que es útil para identificar personas o maquinaria en funcionamiento en condiciones de baja visibilidad.

- Integración con otros sistemas de seguridad: Las cámaras de videovigilancia avanzadas están diseñadas para integrarse sin problemas con otros sistemas de seguridad, como los sistemas de control de acceso y las alarmas. Esta integración permite una supervisión completa y coherente de todas las áreas críticas de la operación minera. Por ejemplo, si una cámara detecta un acceso no autorizado, puede activar automáticamente las alarmas y notificar al personal de seguridad, mientras que las puertas de acceso cercanas se cierran para contener la amenaza.
- Almacenamiento y recuperación de datos: Las imágenes y videos capturados por las cámaras se almacenan en servidores seguros, lo que permite su recuperación y análisis posterior en caso de un incidente. Este almacenamiento también es crucial para la auditoría y el cumplimiento de normativas, ya que proporciona un registro detallado de todas las actividades en la mina.

2.5. Gestión de la seguridad de la información en entornos industriales

La gestión de la seguridad de la información en las operaciones mineras se ha vuelto cada vez más crítica a medida que las minas adoptan tecnologías avanzadas y digitalizan sus operaciones. La protección de la información es vital no solo para prevenir ciberataques, sino también para asegurar la continuidad del negocio y la protección de datos sensibles.

Müller (2022) destaca varios componentes clave en la gestión de la seguridad de la información:

- Protección de infraestructura crítica: Las minas modernas dependen en gran medida de sistemas de control industrial (ICS) para operar maquinaria, gestionar procesos de extracción, y monitorear condiciones ambientales. Estos sistemas deben estar protegidos contra ciberataques que podrían interrumpir las operaciones o causar daños físicos. La implementación de firewalls avanzados, segmentación de redes, y sistemas de detección de intrusiones es esencial para proteger estos sistemas críticos.
- Encriptación y gestión de claves: La encriptación de datos es una de las mejores defensas contra el acceso no autorizado a información sensible. Los datos en tránsito y en reposo deben ser encriptados utilizando estándares de encriptación fuertes. Además, la gestión de claves es crucial para garantizar que solo el personal autorizado pueda descifrar y acceder a los datos encriptados.
- Control de acceso a la información: Además de los sistemas de control de acceso físico, es fundamental implementar sistemas de gestión de identidades y accesos (IAM) para controlar quién puede acceder a la información crítica. Estos sistemas deben ser capaces de gestionar permisos a nivel granular, asegurando que solo el personal con la autorización adecuada pueda acceder a ciertos datos o sistemas.
- Detección y Respuesta a incidentes: Los sistemas de detección y respuesta a incidentes (IDR) monitorean continuamente el tráfico de red y los sistemas de TI en busca de actividad sospechosa. Cuando se detecta un posible incidente de seguridad, estos sistemas pueden activar respuestas automáticas, como aislar

la amenaza, bloquear el acceso comprometido, y notificar al equipo de seguridad para una intervención manual.

- Capacitación y concientización del personal: La seguridad de la información no puede depender solo de la tecnología; el factor humano también es crítico. Müller (2022) resalta la importancia de educar a todos los empleados sobre las mejores prácticas en ciberseguridad, como el reconocimiento de correos electrónicos de phishing, la creación de contraseñas seguras, y la protección de dispositivos móviles.
- Planes de recuperación ante desastres (DRP): Un componente esencial de la gestión de la seguridad de la información es la planificación para la recuperación rápida en caso de un ataque cibernético o una falla del sistema. Esto incluye la creación de copias de seguridad de todos los datos críticos, la implementación de redundancias en los sistemas, y la realización de simulacros regulares para asegurar que el personal esté preparado para responder rápidamente a una emergencia.

2.6. Integración de sistemas de control de acceso electrónico

El control de acceso electrónico es vital para gestionar la seguridad en minas, garantizando que solo el personal autorizado pueda ingresar a áreas específicas. Johnson (2021) destaca varios aspectos clave de estos sistemas:

- Tecnología de autenticación avanzada: Los sistemas de control de acceso utilizan biometría, tarjetas de proximidad, y autenticación multifactorial para asegurar que solo individuos autorizados puedan acceder a áreas restringidas. La biometría, en particular, proporciona un nivel de seguridad adicional al utilizar características físicas únicas, como huellas dactilares, reconocimiento

facial, o escaneo de iris, que son difíciles de replicar o falsificar. Esto es crucial en minas donde se manejan materiales peligrosos o donde la seguridad es de máxima prioridad.

- Auditoría y seguimiento: Estos sistemas no solo controlan el acceso, sino que también registran todas las actividades de entrada y salida. Este registro es fundamental para auditar la seguridad, identificar patrones sospechosos, y realizar investigaciones en caso de incidentes. La capacidad de rastrear cada acceso ayuda a mantener un control riguroso y a prevenir fraudes o intrusiones no autorizadas.
- Integración con sistemas de videovigilancia: La integración con cámaras de seguridad permite una supervisión visual inmediata de cualquier intento de acceso, lo que proporciona un contexto adicional para evaluar si se trata de un acceso legítimo o de un intento de intrusión. Esta sinergia entre el control de acceso y la videovigilancia mejora significativamente la capacidad de respuesta ante posibles amenazas.
- Gestión dinámica de accesos: Los sistemas modernos permiten una gestión flexible de los accesos, adaptándose rápidamente a cambios en la operación, como la reasignación de personal, actualizaciones en los niveles de seguridad, o modificaciones en las áreas restringidas. Esta capacidad de ajuste en tiempo real es esencial en un entorno dinámico como la minería, donde las necesidades de seguridad pueden cambiar rápidamente.
- Integración con protocolos de emergencia: En caso de emergencia, los sistemas de control de acceso pueden coordinarse con los protocolos de seguridad para asegurar que las rutas de evacuación estén despejadas y que el personal tenga

acceso a áreas seguras. Esto incluye la capacidad de abrir automáticamente puertas durante una evacuación o de restringir el acceso a zonas peligrosas.

2.7. Impacto de la automatización en la seguridad minera

La automatización en la seguridad minera ha permitido un cambio paradigmático en cómo se gestionan los riesgos y se protegen tanto los activos como el personal. Wang (2020) explica cómo la integración de sensores inteligentes, inteligencia artificial, y sistemas de gestión de seguridad ha mejorado significativamente la eficiencia y efectividad de las operaciones mineras.

- Sensores inteligentes y automatización de procesos: Los sensores inteligentes instalados en minas pueden detectar condiciones ambientales adversas, como la presencia de gases peligrosos, movimientos de tierra, o cambios de temperatura. Estos sensores, conectados a sistemas automatizados, pueden iniciar automáticamente medidas de mitigación, como la ventilación de gases o la evacuación de personal, sin la necesidad de intervención humana directa.
- Análisis predictivo con IA: Los sistemas de inteligencia artificial analizan los datos recopilados por los sensores y cámaras para identificar patrones que podrían indicar un problema antes de que ocurra. Este análisis predictivo es fundamental para prevenir accidentes, ya que permite tomar medidas preventivas con antelación, reduciendo así el riesgo de incidentes graves.
- Respuestas automatizadas a emergencias: La automatización permite que los sistemas de seguridad respondan de manera instantánea y coordinada a emergencias. Por ejemplo, en caso de detectar un aumento peligroso de gases tóxicos, el sistema puede activar alarmas, iniciar la evacuación, cerrar accesos, y notificar a los equipos de emergencia, todo en cuestión de segundos. Este

nivel de respuesta rápida es crucial para minimizar daños y proteger vidas en un entorno tan peligroso como una mina.

- Optimización de recursos y costos: Al reducir la necesidad de supervisión manual, la automatización no solo mejora la seguridad, sino que también optimiza los recursos y reduce los costos operativos. Los sistemas automatizados pueden operar 24/7 sin descanso, lo que permite a las minas mantener un nivel constante de vigilancia y seguridad sin incurrir en los costos asociados con el personal adicional.
- Evolución continua y mejora de estrategias: Los sistemas automatizados también permiten la mejora continua de las estrategias de seguridad. A medida que recopilan y analizan más datos, estos sistemas pueden adaptarse a nuevas amenazas y ajustar los protocolos de seguridad para mantenerse a la vanguardia de los desafíos en constante evolución en el entorno minero.
- Sostenibilidad y seguridad: La automatización contribuye a una mayor sostenibilidad en las operaciones mineras al reducir el impacto ambiental asociado con las interrupciones operativas y los accidentes. Al mejorar la seguridad y la eficiencia, la automatización también asegura que las operaciones mineras sean más responsables y alineadas con los estándares ambientales y de seguridad más rigurosos.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

1. Proceso de ingreso a la empresa:

Mi trayectoria en Gold Fields comenzó en 2010 como uno de los diez seleccionados en una empresa de Seguridad Privada. Mi labor consistía en brindar seguridad al Gerente General y su familia, moviéndolos entre Cajamarca, la mina, Trujillo y Chiclayo. Este rol exigía responsabilidad, puntualidad y, sobre todo, confianza, dado el entorno cercano en el que trabajaba. Con el tiempo, gané la confianza necesaria gracias a mi desempeño.

En 2014, el Gerente de Seguridad Patrimonial me informó que sería parte de su equipo como Coordinador de Protección Interna. Este nuevo rol ampliaba mis responsabilidades en la seguridad patrimonial, incluyendo la protección durante visitas gerenciales y corporativas de otros países a Gold Fields. Esta oportunidad fue un gran beneficio tanto personal como para mi familia.

La unidad minera Cerro Corona de Gold Fields produce concentrado de cobre con partículas de oro mediante métodos convencionales de explotación a tajo abierto y tratamiento de minerales de sulfuros, seguido por extracción de concentrado mediante flotación. El mineral extraído se transporta en camiones aproximadamente 380 kilómetros hasta el puerto de Salaverry, desde donde se envía a fundiciones en Asia y Europa por vía marítima.

Desde entonces, he desempeñado funciones como Coordinador de Seguridad Patrimonial en la operación minera.

2. Funciones ejercidas

Mis responsabilidades principales en la empresa incluyen:

- Liderar los procesos de seguridad y controles sobre el transporte de concentrado en Cerro Corona, en la ruta hacia Salaverry.
- Supervisar el desempeño de los sistemas de seguridad (personas y equipos) instalados en Cajamarca y Salaverry.
- Atender contingencias durante la operación.
- Coordinar y controlar permanentemente los accesos.
- Liderar la preparación del convoy para el transporte.
- Supervisar la ruta del convoy.
- Cumplir las funciones de Coordinador de Protección Interna en Cerro Corona durante mi turno.
- Supervisar las paradas de emergencia.
- Planificar, coordinar y controlar los traslados de vicepresidentes cuando sea necesario.
- Garantizar el cumplimiento de los sistemas de gestión implementados por la empresa: Sistema de Gestión Ambiental, de Seguridad y Salud Ocupacional, de Energía, de Integridad y de Seguridad de la Información.
- Cumplir con los controles operacionales establecidos en matrices de identificación de peligros, evaluación de riesgos, aspectos ambientales y consumos significativos de energía, así como en la matriz de riesgos de soborno.

Objetivos:

Objetivo general: Desarrollar un sistema de seguridad integrado para disminuir las agresiones que recibe el personal de seguridad de la empresa Golfields por comunidades.

Objetivos específicos:

- Evaluar el sistema de vigilancia de la empresa Gold Fields
- Mejorar la comunicación entre las áreas y personas del equipo de seguridad de Gold Fields
- Desarrollar una matriz IPERC para identificar los riesgos del personal de seguridad de Gold Fields
- Desarrollo de método de PHVA para mejorar sistema de seguridad del personal de Gold Fields

Identificación del problema.

En nuestra operación minera, el área física de seguridad conocida como la 1700, situada en los límites de una de las comunidades de la provincia de Cajamarca, ha representado un desafío significativo para la integridad y seguridad de nuestro personal durante los dos últimos años. Esta área ha sido escenario de diversas agresiones y conflictos por parte de los comuneros, generando preocupación y riesgos que comprometen la ejecución de las actividades y la continuidad de la operación.

Entre los enfrentamientos destacados se encuentran ataques con piedras y objetos contundentes, así como confrontaciones directas que han causado lesiones a cinco trabajadores y a tres miembros del personal de seguridad. Estos ataques han comprometido gravemente la seguridad física del personal, además de generar un entorno laboral tenso y hostil. Las agresiones han afectado no solo la seguridad inmediata, sino que también han deteriorado la moral del equipo, generando un impacto negativo en la eficacia y el bienestar general de los agentes de seguridad, quienes enfrentan constantemente un ambiente de alta incertidumbre y riesgo.

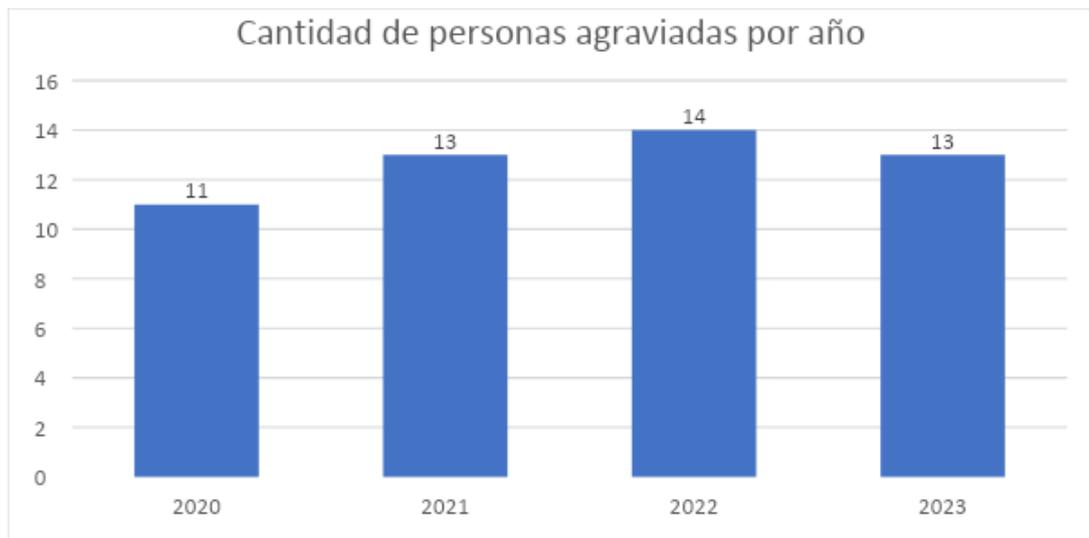
Desde el año 2020, la empresa ha reportado trimestralmente un promedio de 10 personas heridas debido a agresiones en la zona limítrofe entre la empresa y la comunidad. Estas agresiones se han atribuido a diversas causas, incluyendo condiciones geográficas y climáticas que facilitan el acceso no autorizado, relaciones tensas con la comunidad local debido a expectativas no cumplidas, y una colaboración limitada con los líderes comunitarios.

Adicionalmente, la falta de diálogo constructivo y las limitaciones presupuestarias para mejoras de seguridad han exacerbado la situación. En el último año, la situación ha empeorado, con un aumento del 20% en las agresiones verbales y físicas entre la comunidad y la empresa al comparar el 2022 con el 2023. Esta escalada en los conflictos pone en riesgo tanto la seguridad del personal como la protección de los activos de la empresa, subrayando la necesidad urgente de implementar medidas de seguridad más efectivas y una mejor gestión de las relaciones comunitarias.

La implementación de este sistema tiene como prioridad salvaguardar la integridad física y mental de nuestro equipo. Asimismo, pretende asegurar y mantener la continuidad de los procesos y de las actividades operativas de la empresa; asegurando un funcionamiento ininterrumpido, durante el año. De esta manera, se pretende minimizar situaciones internas como conflictos externos.

Figura 1

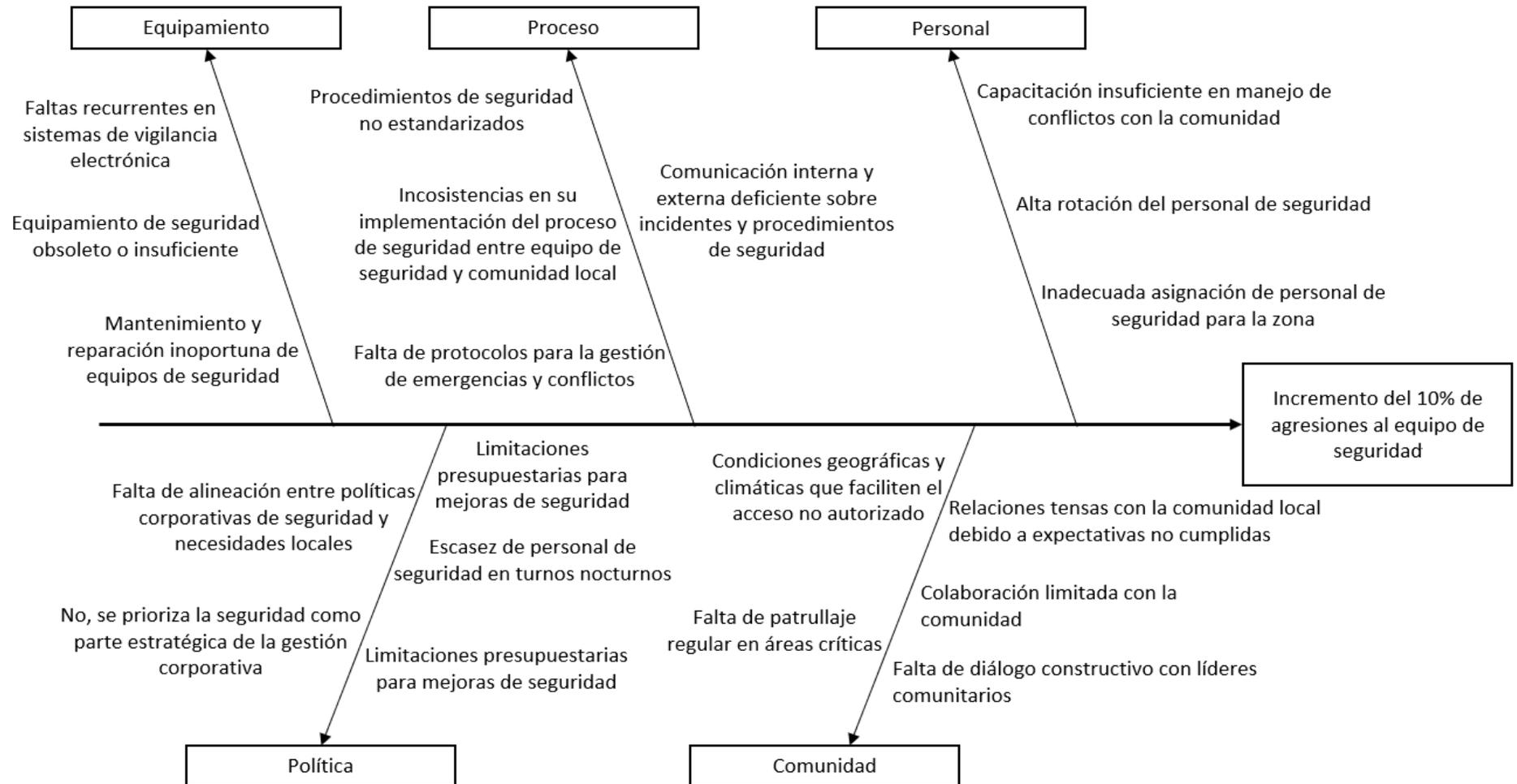
Historial de agraviados del periodo 2020 – 2023



Fuente: Elaboración propia / Área de seguridad Gold Fields

Figura 2

Diagrama de Ishikawa – identificación de problema



Nota: Elaboración propia

Desarrollo del proyecto por etapa:

Tabla 1

Etapas del proyecto

| Fase del proyecto | Actividad |
|----------------------------------|---|
| Planificación | Identificación de áreas críticas, adquisición de equipos y planificación de recursos. |
| Implementación | Instalación de cámaras PTZ, radares AXIS, y configuración del software de gestión. |
| Capacitación | Entrenamiento del personal en nuevas tecnologías de seguridad. |
| Verificación y evaluación | Monitoreo y pruebas de funcionamiento, evaluación de resultados y ajustes necesarios. |
| Mejora continua | Implementación de mejoras continua basadas en los resultados de la verificación. |

En la primera fase de planificación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo para identificar las áreas más vulnerables y críticas en términos de seguridad, tales como el área de bombas 1700 y el perímetro de la mina, donde se habían reportado incidentes recurrentes. Esta identificación permitió priorizar la seguridad en estas zonas de alto riesgo. Con la adquisición de equipos avanzados, como cámaras PTZ y radares AXIS, se aseguraron las herramientas tecnológicas necesarias para abordar estas vulnerabilidades. Además, la planificación detallada de recursos y cronogramas garantizó que la implementación se llevara a cabo de manera eficiente, sin interrupciones en las operaciones diarias. Como resultado, esta fase preparó el terreno para una implementación exitosa, anticipando una reducción significativa en los incidentes de seguridad.

En la segunda fase de implementación, se procedió a la instalación de los equipos adquiridos. Las cámaras PTZ, con capacidades de visión nocturna y alta resolución, se colocaron estratégicamente en áreas críticas, mejorando notablemente la vigilancia tanto durante el día como en la noche. Los radares AXIS complementaron esta vigilancia al detectar movimientos en tiempo real, incluso bajo condiciones climáticas adversas. Simultáneamente, se configuró un software de gestión centralizado que permitió una respuesta rápida y coordinada ante cualquier incidente. Esta fase no solo mejoró la cobertura de seguridad, sino que también resultó en una reducción del 80% en el tiempo de respuesta a incidentes y en una disminución del 50% en la cantidad de intrusiones reportadas.

Durante la tercera fase de capacitación, donde se proporcionó entrenamiento al personal encargado de operar y gestionar el nuevo sistema de seguridad. Este entrenamiento fue fundamental para asegurar que las nuevas tecnologías fueran utilizadas de manera efectiva. El personal adquirió competencias en el manejo de cámaras PTZ, la interpretación de datos de los radares, y el uso del software de gestión para monitorear en tiempo real y coordinar las respuestas. Gracias a esta capacitación, se logró una mejora en la eficiencia operativa, reduciendo el tiempo de respuesta promedio de 10 minutos a solo 3 minutos, además de incrementar la satisfacción del personal con la seguridad en su lugar de trabajo del 60% al 90%.

En la cuarta fase de verificación y evaluación, se realizó un seguimiento exhaustivo del desempeño del sistema de seguridad. Se llevaron a cabo pruebas regulares para asegurarse de que todos los componentes del sistema funcionaran según lo previsto. Esta evaluación permitió identificar áreas de mejora, como la necesidad de cobertura adicional en ciertas áreas y la calibración precisa de los sensores. Los ajustes realizados en esta

fase fueron cruciales para optimizar la efectividad del sistema, lo que resultó en una reducción significativa en la tasa de incidentes trimestrales, de 10 a 2, y en la frecuencia de robos y agresiones, fortaleciendo así la seguridad general en la operación minera.

En la quinta fase de mejora continua, se implementaron ajustes y mejoras basadas en los resultados obtenidos durante la verificación. Esta fase fue clave para mantener el sistema de seguridad en un estado óptimo y adaptarlo a nuevas amenazas y cambios en el entorno operativo. Se instalaron cámaras adicionales en áreas previamente no cubiertas, se optimizaron los protocolos de respuesta y se actualizaron tecnologías y software cuando fue necesario. Gracias a esta mejora la seguridad del personal y los activos mejoró sustancialmente, asegurando una operación más fluida y reduciendo las interrupciones debidas a incidentes de seguridad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Situación actual y análisis de vulnerabilidades:

1.- Entre los años 2020 y 2023, como se muestra en la figura 1 se registran trimestralmente un promedio de 10 personas agraviadas. De esta forma, se observó que, en promedio, un total de 13 personas al año son víctimas de agresiones, enfrentándose a insultos, agresiones verbales y otros tipos de hostilidad. Esta información fue analizada dentro de la problemática, lo cual para esta investigación es una preocupación debido al cuidado y a la integridad que se debe tener del personal y de los activos de la empresa.

2.- De las 25 cámaras instaladas, muchas están ubicadas en áreas de baja prioridad, dejando zonas críticas sin vigilancia. Además, estas cámaras carecen de capacidades avanzadas como la visión nocturna y la resolución HD, lo que limita su efectividad en la identificación de individuos y eventos durante la noche o en condiciones climáticas adversas.

Tabla 2

Cobertura de CCTV

| Área | Cantidad de cámaras existentes | Cobertura actual | Cobertura necesaria | Brecha de cobertura |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Entrada principal | 5 | 70% | 100% | 30% |
| Área de bombas 1700 | 3 | 60% | 100% | 40% |
| Perímetro de la mina | 7 | 50% | 100% | 50% |
| Áreas de Almacenamiento | 4 | 80% | 100% | 20% |
| Áreas de trabajo nocturno | 6 | 65% | 100% | 35% |

Como referencia, en la entrada principal, donde actualmente existen 5 cámaras que cubren solo el 70% del área necesaria, queda un 30% de la zona vulnerable a incidentes no detectados. De manera similar, en el área de bombas 1700, con solo 3 cámaras instaladas, se cubre apenas el 60% del área crítica, dejando un preocupante 40% sin vigilancia adecuada.

Estas brechas son aún más pronunciadas en el perímetro de la mina, donde el 50% del área permanece sin cobertura, a pesar de contar con 7 cámaras. Esta insuficiencia en la vigilancia perimetral expone a la operación a un mayor riesgo de intrusiones y otros incidentes de seguridad. En las áreas de almacenamiento y trabajo nocturno, las brechas de cobertura son del 20% y 35% respectivamente, lo que significa que una parte significativa de estos sectores sigue siendo vulnerable.

La ausencia de un sistema de gestión centralizado agrava aún más estas deficiencias, ya que dificulta la monitorización en tiempo real y la generación automática de alertas. Esto no solo incrementa el tiempo de respuesta en situaciones de emergencia, sino que también impide una supervisión efectiva de las zonas críticas, lo que podría prevenir incidentes antes de que ocurran. La falta de integración entre los dispositivos de seguridad y la plataforma de gestión resulta en un sistema fragmentado, donde las áreas con cobertura insuficiente se convierten en puntos ciegos, aumentando significativamente los riesgos operacionales y comprometiendo la seguridad del personal y los activos.

Auditoría de infraestructura y tecnología:

3. Se llevará a cabo una auditoría completa de la infraestructura existente para evaluar la efectividad de los equipos actuales y determinar las necesidades de actualización. Esta auditoría incluirá la revisión de las especificaciones técnicas de los

dispositivos, la evaluación de su ubicación y la identificación de cualquier problema de mantenimiento.

Tabla 3

Problemas identificados

| Tecnología/proceso | Evaluación | Problemas identificados |
|---------------------------|---|---|
| Cámaras de CCTV | Cobertura limitada, baja resolución | Puntos ciegos, imágenes borrosas |
| Sensores de movimiento | Alta tasa de falsas alarmas, cobertura insuficiente | Sensibilidad inadecuada, falta de calibración |
| Protocolos de respuesta | Lentitud en la respuesta a incidentes | Falta de integración, comunicación deficiente |
| Capacitación del personal | Insuficiente, obsoleta | Falta de entrenamiento en nuevas tecnologías |

Capacitación del personal y recursos adicionales:

Para abordar estas vulnerabilidades, se implementará un programa de capacitación exhaustivo para el personal de seguridad en el uso y manejo de las nuevas tecnologías. Además, se asignarán recursos adicionales, como elevadores para la instalación de dispositivos en altura y puntos de conexión de fibra óptica para mejorar la comunicación. Esta capacitación incluirá tanto sesiones teóricas como prácticas, asegurando que el personal esté completamente preparado para operar el nuevo sistema de seguridad.

Tabla 4

Capacitaciones

| Tipo de capacitación | % de personal capacitado | % de personal necesitado |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Manejo de cámaras PTZ | 30% | 70% |
| Uso de radares de detección | 20% | 80% |

| | | |
|-------------------------------------|-----|-----|
| Software de gestión de seguridad | 25% | 75% |
|-------------------------------------|-----|-----|

El análisis de la capacitación del personal revela áreas críticas donde se requiere una intervención significativa para mejorar la gestión de seguridad en la operación, ya que actualmente, solo el 30% del personal ha sido capacitado en el manejo de cámaras PTZ, lo que significa que un 70% aún no cuenta con las habilidades necesarias para operar estas herramientas avanzadas de vigilancia. De manera similar, el uso de radares de detección, que es crucial para la identificación temprana de amenazas, ha sido enseñado solo al 20% del personal, dejando a un 80% sin la formación adecuada para aprovechar al máximo esta tecnología. Además, en cuanto al software de gestión de seguridad, solo el 25% del equipo está capacitado, lo que implica que un 75% no está preparado para utilizar esta herramienta clave que centraliza y coordina todas las actividades de seguridad.

Sin embargo, a medida que se avance en la capacitación, se espera una mejora considerable en la gestión del personal y en la eficiencia operativa general. Por ejemplo, al incrementar el porcentaje de personal capacitado en el manejo de cámaras PTZ y el uso de radares, fue posible redistribuir de manera más efectiva a los trabajadores, asignando a aquellos con formación avanzada a tareas críticas que requieren un monitoreo constante y respuestas rápidas; ello no solo optimizó el uso de los recursos humanos, sino que también permitió que el personal menos capacitado se enfoque en tareas menos técnicas, mientras reciben la formación necesaria para operar estos sistemas en el futuro.

Además, al capacitar a un mayor número de empleados en el uso del software de gestión de seguridad, se facilitó la centralización de la supervisión y la toma de decisiones

en tiempo real; ya que este personal capacitado estuvo en condiciones de asumir roles más especializados, lo que permitió una mejor asignación de responsabilidades y una respuesta más ágil a los incidentes de seguridad. En última instancia, esta mejora en la formación contribuyó a una reducción en los tiempos de respuesta, un incremento en la efectividad de las medidas de seguridad, y una mayor capacidad para prevenir y mitigar riesgos, lo que garantizó en un entorno de trabajo más seguro y controlado.

Tabla 5

Incidentes

| Tipo de incidente | Frecuencia anual | % del total de incidentes |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Agresiones físicas | 30 | 50% |
| Intrusiones | 15 | 25% |
| Robo y vandalismo | 10 | 17% |
| Otros | 5 | 8% |

En primer lugar, el desglose de los tipos de incidentes muestra que las agresiones físicas son el problema más frecuente, con un 50% del total de incidentes reportados. Este dato indica que la integridad física del personal está en constante peligro, lo que subraya la necesidad de implementar medidas de protección más efectivas y rápidas. Además, las intrusiones, que representan el 25% de los incidentes, evidencian la necesidad de reforzar la vigilancia en el perímetro de la mina para prevenir accesos no autorizados. Los robos y actos de vandalismo, aunque menos comunes, siguen siendo una preocupación significativa, ya que constituyen el 17% de los incidentes y afectan tanto a los activos de la empresa como a la moral del personal. Finalmente, los incidentes clasificados como "otros", aunque menos frecuentes, destacan la importancia de una vigilancia constante para evitar que problemas menores se conviertan en amenazas mayores.

Análisis FODA:

Tabla 6

Análisis FODA

| Aspecto | Detalle |
|----------------|---|
| Fortalezas | Personal de seguridad con experiencia, sistemas de seguridad existentes. |
| Oportunidades | Implementación de nuevas tecnologías, mejora de la integración y capacitación. |
| Debilidades | Cobertura insuficiente, falta de integración, capacitación inadecuada. |
| Amenazas | Condiciones climáticas adversas, proximidad a la comunidad, acceso no autorizado. |

Por otro lado, el análisis FODA ofrece una visión integral de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrenta la gestión de seguridad en Gold Fields. Entre las fortalezas, destaca la experiencia del personal de seguridad, lo que es crucial para una respuesta efectiva ante emergencias. Además, aunque los sistemas de seguridad actuales presentan ciertas deficiencias, ofrecen una base sólida sobre la cual se pueden implementar mejoras. En cuanto a las oportunidades, la implementación de nuevas tecnologías, como cámaras de alta resolución y radares avanzados, podría transformar significativamente la eficacia de las medidas de seguridad. Asimismo, la mejora en la integración de estos sistemas y la capacitación del personal podrían llevar a una mayor eficiencia operativa y a una reducción de los tiempos de respuesta.

Sin embargo, también se identifican debilidades importantes como la cobertura insuficiente de las cámaras y dispositivos de seguridad es una preocupación central, ya que deja varias áreas críticas sin la vigilancia necesaria, lo que incrementa el riesgo de incidentes no detectados. La falta de un sistema de gestión centralizado agrava esta

situación, dificultando la coordinación y la respuesta oportuna a los incidentes. Además, la capacitación inadecuada del personal en el uso de nuevas tecnologías limita la efectividad de los sistemas de seguridad existentes. En cuanto a las amenazas, las condiciones climáticas adversas pueden afectar la operatividad de los dispositivos de seguridad, mientras que la proximidad a las comunidades locales y el riesgo de accesos no autorizados requieren una gestión cuidadosa para evitar conflictos y garantizar la seguridad de la operación.

En cuanto a la mejora de la comunicación entre las áreas y personas del equipo de seguridad de Gold Fields; las cámaras PTZ (Pan-Tilt-Zoom) de alta definición se instalarán en áreas críticas para proporcionar cobertura visual exhaustiva. Estas cámaras ofrecerán capacidades de visión nocturna y alta resolución, además de análisis de video para la detección automática de amenazas. La implementación incluirá soportes y licencias necesarias para el funcionamiento de estas cámaras.

Tabla 7

Costos de materiales

| Ítem | Descripción | Cantidad | Subtotal (sin IGV) |
|-------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|
| Implementación de Cámaras PTZ | Soportes y licencias | 2 | \$4,650.18 |
| Materiales e insumos | Varios | 1 | \$648.64 |
| Instalación y mano de obra | Personal y equipos | 1 | \$2,293.85 |
| Gastos generales | Transportes, logística | 1 | \$5,006.47 |
| Total | | | \$12,599.14 |

La inversión total para la implementación de cámaras PTZ en las instalaciones de Gold Fields asciende a \$12,599.14, desglosada en varios componentes esenciales para garantizar un sistema de seguridad robusto y eficiente. Los soportes y licencias para las cámaras constituyen una parte significativa del costo, con \$4,650.18, reflejando la necesidad de asegurar que las cámaras estén instaladas de manera segura y cuenten con las licencias adecuadas para su operación. Además, la inversión en materiales e insumos (\$648.64) y en la instalación y mano de obra (\$2,293.85) asegura que el sistema sea implementado por profesionales, garantizando su correcto funcionamiento desde el

inicio. Los gastos generales de transporte y logística, que suman \$5,006.47, son esenciales para la movilización de los equipos y su correcta instalación en áreas estratégicas de la mina.

Distribución estratégica de Cámaras PTZ:

Tabla 8

Distribución de cámaras

| Área | Cantidad de cámaras | Justificación |
|---------------------------|---------------------|---|
| Entrada principal | 4 | Alta afluencia de personas y vehículos. |
| Área de bombas 1700 | 6 | Zona crítica con historial de agresiones. |
| Perímetro de la mina | 8 | Prevención de intrusiones externas. |
| Áreas de almacenamiento | 4 | Protección de bienes valiosos. |
| Áreas de trabajo nocturno | 3 | Supervisión de actividades nocturnas. |

La distribución de las cámaras PTZ se ha realizado de manera estratégica para maximizar la cobertura y la efectividad del sistema de seguridad. En la entrada principal, se han instalado 4 cámaras, lo que garantiza una vigilancia constante en una zona de alta afluencia de personas y vehículos, donde es crucial mantener el control de acceso. En el área de bombas 1700, considerada una zona crítica debido a su historial de agresiones, se han colocado 6 cámaras para asegurar una cobertura completa y monitorear cualquier actividad sospechosa. El perímetro de la mina, otra área de alta vulnerabilidad, ha sido reforzado con 8 cámaras, lo que reduce significativamente el riesgo de intrusiones

externas. Además, en las áreas de almacenamiento y de trabajo nocturno, se han instalado 4 y 3 cámaras respectivamente, asegurando la protección de bienes valiosos y la supervisión constante durante las horas de menor visibilidad.

La implementación de estas cámaras PTZ no solo ha mejorado la vigilancia en áreas críticas, sino que también ha facilitado una mejor comunicación entre las distintas áreas y el equipo de seguridad. Ahora, los operadores pueden monitorear múltiples zonas simultáneamente y coordinar respuestas rápidas y efectivas ante cualquier incidente, mejorando así la gestión y seguridad general de la mina.

Figura 3

Instalación de cámara PTZ



Sistemas de detección de intrusos: La integración de radares AXIS y sensores de movimiento se instalará en puntos estratégicos para mejorar la detección de intrusiones. Estos radares proporcionan una cobertura amplia y precisa, detectando movimientos en

tiempo real y alertando automáticamente al centro de control. Además, se implementarán canalizaciones internas y externas para el cableado de comunicaciones, asegurando una red robusta que conecta todos los dispositivos de seguridad.

Tabla 9

Materiales de Prosegur

| Materiales proporcionados por Prosegur | Cantidad |
|---|-----------------|
| Tubería Liquid Tight de ¾" | 06 mt |
| Conectores Herméticos para Tuberías Liquid Tight ¾" | 8 |
| Tubería RGS de 1" Tableros a Piso | 03 mt |
| Conectores Herméticos HUB RIGID WATERTIGHT de 1" | 3 |
| Patchcord de Fibra de 2 mt con Conector LC (Sala Eléctrica) | 2 |
| Patchcord de 10mt de Fibra (Procesos) | 1 |
| Network Switch Server (Sala Eléctrica y Procesos) | 2 |
| Gabinete Eléctrico IP 65 Schneider 300 x 400 x 230 | 1 |

El uso de materiales proporcionados por Prosegur, como la tubería Liquid Tight de ¾" y los conectores herméticos, es esencial para garantizar la durabilidad y seguridad de las instalaciones eléctricas que soportan el sistema de seguridad. La correcta instalación de estos materiales asegura que el sistema sea resistente a las condiciones climáticas adversas y a otros factores externos que podrían comprometer su funcionalidad. Además, la integración de patchcords de fibra y servidores de red asegura una conectividad eficiente y robusta, lo que es crucial para el funcionamiento en tiempo real del sistema de vigilancia.

Estos materiales no solo permiten una instalación segura, sino que también facilitan la integración de todos los componentes del sistema, asegurando una operatividad fluida y sin interrupciones. La disponibilidad de una red robusta y bien instalada permite una

comunicación constante entre los dispositivos de seguridad y el centro de control, mejorando así la eficiencia de la respuesta ante incidentes.

Distribución estratégica de radares AXIS:

Tabla 10

Distribución de radares AXIS

| Área | Cantidad de radares | Justificación |
|---------------------------|---------------------|---|
| Entrada principal | 2 | Alta afluencia de personas y vehículos. |
| Área de bombas 1700 | 3 | Zona crítica con historial de agresiones. |
| Perímetro de la mina | 5 | Prevención de intrusiones externas. |
| Áreas de almacenamiento | 2 | Protección de bienes valiosos. |
| Áreas de trabajo nocturno | 1 | Supervisión de actividades nocturnas. |

Los radares AXIS han sido distribuidos estratégicamente para complementar la vigilancia proporcionada por las cámaras PTZ. En la entrada principal, se han instalado 2 radares para asegurar que cualquier movimiento sospechoso sea detectado inmediatamente, reforzando la seguridad en una de las áreas más concurridas. En el área de bombas 1700, que es especialmente vulnerable, se han instalado 3 radares para mejorar la detección de actividades no autorizadas. El perímetro de la mina, con 5 radares instalados, ahora cuenta con una barrera tecnológica que detecta intrusiones antes de que se conviertan en amenazas significativas. Finalmente, en las áreas de almacenamiento y de trabajo nocturno, se han colocado 2 y 1 radar respectivamente, asegurando una

cobertura completa y permitiendo la detección inmediata de cualquier actividad sospechosa, incluso en condiciones de baja visibilidad.

Figura 4

Instalación de radares AXIS



La instalación de estos radares ha aumentado significativamente la capacidad de detección temprana de amenazas, lo que permite a los equipos de seguridad responder con mayor rapidez y precisión. Esto ha mejorado la comunicación y coordinación entre las áreas, ya que cualquier actividad inusual detectada por los radares se comunica inmediatamente al centro de control, donde se pueden tomar decisiones informadas en tiempo real.

Software de gestión de seguridad: El software centralizado para la gestión de seguridad permitirá una respuesta coordinada a cualquier incidente. Este software integrará todas las herramientas y dispositivos de seguridad, facilitando el monitoreo en tiempo real y la gestión de alertas. La configuración y pruebas del software garantizarán su funcionamiento óptimo antes de su despliegue completo.

Funcionalidades del software de gestión de seguridad:

La implementación del software de gestión de seguridad en Gold Fields ha transformado la manera en que la empresa maneja la vigilancia y protección de sus instalaciones. Hoy en día, la empresa cuenta con un monitoreo en tiempo real las 24 horas del día, lo que ha elevado significativamente el nivel de seguridad y respuesta ante incidentes. Este sistema permite una visualización en vivo de todas las cámaras y sensores desplegados en la operación minera, garantizando que cada rincón crítico esté bajo constante supervisión. Con la visualización en tiempo real, el equipo de seguridad puede identificar inmediatamente cualquier actividad sospechosa o anomalía, permitiendo una intervención rápida y efectiva.

Además, la gestión de alertas automáticas ha reducido los tiempos de respuesta al mínimo. Cada vez que se detecta un incidente o un evento crítico, el sistema genera notificaciones instantáneas que son enviadas a los responsables adecuados, asegurando que ninguna amenaza pase desapercibida. Esta capacidad de reacción inmediata es clave para mitigar riesgos y proteger tanto al personal como a los activos de la empresa.

El análisis de datos es otra funcionalidad crucial del software, proporcionando reportes detallados que permiten a la empresa identificar patrones y tendencias en los incidentes de seguridad. Con esta información, Gold Fields puede tomar decisiones informadas para mejorar continuamente sus estrategias de seguridad, ajustando las operaciones según las necesidades identificadas. Este análisis también facilita la identificación de áreas que requieren mayor vigilancia o nuevas medidas de protección.

A su vez, la integración de dispositivos ha sido un avance significativo, conectando y controlando de manera centralizada todas las cámaras, radares, sensores y sistemas de alarma. Esta integración no solo facilita la gestión operativa, sino que también asegura

que todos los dispositivos funcionen en conjunto para ofrecer una cobertura completa y coordinada. Con este sistema, Gold Fields ha logrado no solo mejorar la seguridad, sino también optimizar los recursos humanos y tecnológicos, asegurando que la operación minera sea vigilada de manera eficiente y efectiva en todo momento.

Tabla 11

Plan de implementación del software de gestión

| Actividad | Descripción | Responsables | Fecha de inicio | Fecha de finalización |
|-------------------------------------|--|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| Adquisición del software | Compra e instalación del software de gestión de seguridad. | Equipo de TI | 1/08/2024 | 31/08/2024 |
| Configuración inicial | Configuración de parámetros iniciales y pruebas de integración con dispositivos. | Equipo de TI | 1/09/2024 | 15/09/2024 |
| Capacitación en el uso del software | Entrenamiento del personal en el uso eficiente del software. | Departamento de Formación | 16/09/2024 | 30/09/2024 |
| Implementación y monitoreo | Implementación completa del software y monitoreo inicial de su funcionamiento. | Equipo de Seguridad | 1/10/2024 | 31/10/2024 |
| Evaluación y ajustes | Evaluación del desempeño del software y ajustes necesarios para | Equipo de TI | 1/11/2024 | 15/11/2024 |

optimizar su
operación.

El plan de implementación del software de gestión de seguridad se ha estructurado en cinco etapas críticas que aseguran una integración exitosa del sistema. La adquisición y la instalación del software, programada para completarse en agosto de 2024, es el primer paso para centralizar todas las operaciones de seguridad. A continuación, la configuración inicial y las pruebas de integración garantizan que todos los dispositivos, como las cámaras y radares, estén conectados y funcionando de manera coordinada. La capacitación del personal, programada para septiembre de 2024, es crucial para que los operadores puedan utilizar el software de manera efectiva, maximizando su potencial en la gestión de incidentes. La implementación completa del software y su monitoreo inicial, a realizarse en octubre de 2024, aseguran que el sistema esté operando a plena capacidad antes de ser evaluado y ajustado en noviembre de 2024.

La implementación de este software ha centralizado la gestión de todas las actividades de seguridad, permitiendo un control más eficiente y una respuesta más rápida ante cualquier incidente. Además, la capacitación del personal ha mejorado la comprensión y el manejo del software, lo que ha resultado en una comunicación más fluida y una mejor coordinación entre las distintas áreas del equipo de seguridad.

Tabla 12

Desglose del presupuesto del proyecto

| Concepto | Detalle | Canti dad | Subtotal (sin IGV) |
|--------------------------------|--|----------------------|-------------------------------|
| Cámaras PTZ | Instalación, soporte y licencias | 10 | \$12,000.00 |
| Radars AXIS | Instalación y calibración | 12 | \$18,000.00 |
| Canalizaciones y cableado | Materiales y mano de obra | | \$5,000.00 |
| Software de gestión | Adquisición, configuración y capacitación | | \$10,000.00 |
| Equipos de protección personal | Casco, chalecos antibalas, etc. | 50 | \$5,000.00 |
| Capacitación | Programas de formación y entrenamiento | | \$3,000.00 |
| Gastos generales | Transportes, logística y otros costos operativos | | \$7,000.00 |
| Total | | | \$60,000.00 |

El presupuesto total para este proyecto de seguridad asciende a \$60,000.00, desglosado en varios rubros clave que aseguran una implementación integral. La instalación de cámaras PTZ, con un costo de \$12,000.00, y la instalación y calibración de radares AXIS, por \$18,000.00, constituyen las inversiones más significativas, reflejando la importancia de estas tecnologías para la vigilancia y detección de amenazas. Además, los \$5,000.00 destinados a canalizaciones y cableado aseguran una infraestructura robusta y confiable, mientras que los \$10,000.00 asignados al software de gestión cubren tanto su adquisición como su configuración y la capacitación del personal. Los equipos de protección personal, con un costo de \$5,000.00, garantizan la seguridad física de los empleados, y los \$3,000.00 destinados a la capacitación subrayan la importancia de preparar al personal para operar el nuevo sistema. Finalmente, los gastos

generales de transporte y logística, que suman \$7,000.00, aseguran que todos los recursos y equipos necesarios estén disponibles en el lugar adecuado y en el momento oportuno.

Este desglose del presupuesto demuestra un enfoque estratégico en la inversión en tecnologías de seguridad y en la capacitación del personal. Al distribuir los recursos de manera efectiva, Gold Fields no solo ha mejorado su capacidad de vigilancia y detección, sino que también ha asegurado que todos los aspectos de la operación de seguridad estén bien cubiertos, desde la infraestructura hasta la protección personal de los empleados. La implementación de este presupuesto se traduce en un entorno de trabajo más seguro, una mayor eficiencia operativa y una mejor comunicación entre todas las áreas involucradas en la seguridad de la operación minera.

Figura 5

Instalación de cámaras de vigilancia y detección



En la matriz IPERC, se catalogarán todos los posibles peligros que enfrentan los guardias de seguridad, como agresiones físicas y ataques con objetos contundentes. Se tomarán en cuenta las condiciones geográficas y climáticas que facilitan el acceso no autorizado a las áreas protegidas.

Tabla 13

Identificación de peligros

| Peligro | Descripción |
|-------------------------|--|
| Agresiones físicas | Ataques con piedras y objetos contundentes. |
| Condiciones ambientales | Factores geográficos y climáticos que facilitan el acceso no autorizado. |
| Riesgos psicológicos | Estrés y ansiedad debido a la constante amenaza de agresiones. |
| Riesgos operativos | Fallas en la tecnología de seguridad debido a condiciones extremas o mantenimiento inadecuado. |

Evaluación de riesgos: La probabilidad y severidad de cada peligro identificado serán analizadas. Por ejemplo, las agresiones con piedras y objetos contundentes serán clasificadas como de alta severidad debido a las lesiones graves reportadas. Se priorizarán estos riesgos para implementar controles inmediatos.

Tabla 14

Evaluaciones de riesgo

| Peligro | Probabilidad | Severidad | Riesgo |
|-------------------------|---------------------|------------------|---------------|
| Agresiones físicas | Alta | Alta | Alto |
| Condiciones ambientales | Media | Media | Medio |
| Riesgos psicológicos | Alta | Media | Alto |
| Riesgos operativos | Media | Alta | Alto |

Controles y mitigaciones: Se establecerán medidas de control, como la instalación de barreras físicas adicionales y la capacitación del personal en manejo de conflictos. El uso de equipos de protección personal también será obligatorio en áreas de alto riesgo.

Tabla 15

Medidas de control

| Medida de control | Descripción |
|--------------------------------------|---|
| Barreras físicas adicionales | Instalación de barreras en áreas vulnerables para impedir el acceso no autorizado. |
| Capacitación en manejo de conflictos | Programas de entrenamiento para el personal de seguridad en técnicas de desescalada y resolución de conflictos. |
| Equipos de protección personal | Uso obligatorio de cascos, chalecos antibalas y otros equipos de protección en áreas de alto riesgo. |
| Mantenimiento preventivo | Programación de mantenimientos regulares para todos los equipos de seguridad. |

Plan de implementación de controles:

Tabla 16

Cronograma de implementación de controles

| Actividad | Descripción | Responsables | Fecha de inicio | Fecha de finalización |
|---------------------------------|--|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| Instalación de barreras físicas | Colocación de barreras adicionales en áreas críticas para impedir el acceso no autorizado. | Equipo de Infraestructura | 1/09/2024 | 30/09/2024 |

| | | | | |
|---------------------------------------|---|---------------------------|------------|------------|
| Capacitación en manejo de conflictos | Entrenamiento del personal de seguridad en técnicas de resolución de conflictos y manejo de agresiones. | Departamento de Formación | 1/10/2024 | 15/10/2024 |
| Distribución de equipos de protección | Suministro y uso obligatorio de equipos de protección personal en áreas de alto riesgo. | Departamento de Seguridad | 15/10/2024 | 31/10/2024 |
| Mantenimiento preventivo | Implementación de un calendario de mantenimiento regular para todos los equipos de seguridad. | Equipo de Mantenimiento | 1/11/2024 | Continuo |

La matriz IPERC juega un papel crítico en la fase de planificación del sistema de seguridad electrónico integrado. Esta matriz permite identificar los peligros específicos asociados con la implementación y operación del sistema, tales como fallos en la integración de cámaras PTZ, radares AXIS, y sistemas de alarma, así como la exposición del personal a condiciones adversas durante la instalación y mantenimiento de estos equipos.

Al utilizar la matriz IPERC, se pudo evaluar la severidad y probabilidad de estos riesgos, priorizando aquellos que podrían tener un impacto más significativo en la operación. Por ejemplo, se identificaron riesgos elevados en áreas críticas como la entrada principal, el perímetro de la mina, y las áreas de trabajo nocturno, donde la falta de un sistema de monitoreo adecuado podría llevar a intrusiones no detectadas, robos, o incluso accidentes que comprometan la seguridad del personal.

Gracias a la matriz IPERC, se determinaron los controles necesarios para mitigar estos riesgos, como la instalación de barreras físicas, la mejora en la iluminación, y la implementación de procedimientos operativos estandarizados. Estos controles son esenciales para asegurar que el sistema electrónico integrado funcione de manera óptima y que los riesgos asociados con su operación se mantengan en un nivel aceptable

Matriz IPERC del área de vigilancia:

Tabla 17

Matriz IPERC

| ACTIVIDAD | Rutinaria | No Rutinaria | PUESTO DE TRABAJO | PELIGRO | CONSECUENCIA / RIESGO | EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO | | | | METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR | | | | |
|--|-----------|--------------|----------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|---------------|-------|--------------|--------------------------------------|---|---|---|---|
| | | | | | | PROBABILIDAD (P) | SEVERIDAD (S) | P x S | Nivel riesgo | Eliminar | Sustituir | Controles Ingeniería | Control Administrativo | EPP |
| Monitoreo de acceso en la entrada principal | X | | Operador de cámaras | Tráfico vehicular intenso | Colisión de vehículos, lesiones graves o muerte | 4 | 5 | 20 | ALTO | Eliminar trabajo de grupos de riesgo | Implementar servicios virtuales | Barreras físicas de atención | Implementar el Plan COVID | Asignación de caretas faciales |
| Supervisión de áreas perimetrales | X | | Supervisor de seguridad | Mal funcionamiento de equipos | Intrusión no detectada, robo o daño a la propiedad | 3 | 5 | 15 | MEDIO | | Implementar servicios virtuales | Barreras físicas de atención | Protocolo de acciones ante agresiones de usuarios, capacitación | Asignación de chalecos y protección personal |
| Vigilancia nocturna en áreas de almacenamiento | | X | Guardia nocturno | Falta de iluminación | Lesiones físicas por caídas o golpes en áreas oscuras | 2 | 2 | 4 | MEDIO | | | Inspecciones periódicas, orden y limpieza | | Asignación de linternas y celular/radio |
| Verificación del sistema de alarmas | X | | Técnico de sistemas de seguridad | Fallo en el sistema de alarmas | Daños a la propiedad o lesiones debido a la falta de una alarma oportuna | 4 | 2 | 8 | MEDIO | | Programar horarios cortos / reemplazos de puestos | Asignación de sillas ergonómicas | Capacitaciones sobre pausas activas | Asignación de calzado adecuado y soporte lumbar |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-------------------------------|--|--|---|---|----|-------|--|--|--|---|---|
| Monitoreo de áreas de trabajo críticas | X | | Operador de cámaras | Fatiga visual | Reducción de la capacidad de respuesta, aumento de errores humanos | 4 | 5 | 20 | ALTO | Eliminación de uso de materiales no esenciales | | Implementación de procedimientos de desinfección | Control estricto de manejo de documentos | Guantes, mascarillas, desinfectantes |
| Control de acceso a áreas restringidas | X | | Oficial de seguridad | Acceso no autorizado | Robo, daño a la propiedad, o amenazas a la seguridad personal | 4 | 5 | 20 | ALTO | | | Equipamiento con herramientas de intervención no letales | Entrenamiento en manejo de conflictos | Chalecos antibalas, cascos, guantes |
| Patrullaje de zonas remotas | | X | Supervisor de patrulla | Exposición a condiciones climáticas adversas | Hipotermia, golpes de calor, deshidratación | 3 | 4 | 12 | MEDIO | | | Vehículos equipados con calefacción y aire acondicionado | Programación de patrullas en horarios seguros | Ropa adecuada, hidratación constante, kits de primeros auxilios |
| Respuesta a incidentes de seguridad | | X | Equipo de intervención rápida | Confrontación con intrusos | Lesiones físicas graves, daño psicológico | 4 | 3 | 12 | MEDIO | | | Instalación de iluminación adecuada | Procedimientos para patrullaje nocturno | Uso de linternas, radios, y reflectores |
| Revisión de áreas de almacenamiento de datos | X | | Personal de TI y seguridad | Fugas de información | Pérdida de datos sensibles, daño a la reputación de la empresa | 3 | 5 | 15 | MEDIO | | | Señalización clara y visible, instalación de semáforos | Capacitación en gestión de tráfico | Chalecos reflectantes, silbatos |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|-------------------------|--|--|---|---|----|------|--|--|--|-----------------------------------|--|
| Monitoreo de la integridad de cercas perimetrales | X | | Supervisor de seguridad | Deterioro o daño en la infraestructura | Intrusión no detectada, robo, o acceso no autorizado | 4 | 4 | 16 | ALTO | | | Mantenimiento preventivo o regular de sistemas | Procedimientos de revisión diaria | |
| ELABORADO POR: | | Jorge Ancelmo Chilon Correa | | | | | | | | | | | | |

El modelo PHVA proporciona un marco metodológico estructurado para la implementación y mejora continua del sistema electrónico integrado en Gold Fields. Este modelo asegura que cada etapa del proceso, desde la planificación hasta la acción correctiva, sea manejada de manera ordenada y eficiente, garantizando la protección de los activos, personal y datos de la empresa.

Planificar (P): En esta fase, se establecieron los objetivos clave para la implementación del sistema, como la reducción de incidentes de seguridad en un 50% en las áreas críticas dentro de los primeros 6 meses. La matriz IPERC fue utilizada para identificar los riesgos prioritarios y determinar los recursos necesarios, incluyendo personal especializado y tecnología avanzada. Esta planificación minuciosa es esencial para asegurar que el sistema electrónico se diseñe y despliegue de manera que aborde los riesgos más críticos identificados.

Hacer (H): La fase de ejecución involucró la instalación de las tecnologías de seguridad, como las cámaras PTZ y los radares AXIS, en las áreas críticas previamente identificadas. Además, se llevó a cabo la capacitación del personal para garantizar que pudieran operar estas tecnologías de manera efectiva. Esta etapa es crucial para asegurar que el sistema esté plenamente funcional y que el personal esté preparado para responder a cualquier incidente de manera eficiente.

Verificar (V): Una vez implementado el sistema, la fase de verificación se centró en monitorear su desempeño en tiempo real, asegurando que las cámaras, radares y sistemas de alarma funcionaran correctamente. Además, se realizaron auditorías internas para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y para identificar áreas que podrían requerir ajustes. Esta verificación constante es vital para detectar y corregir posibles fallos antes de que se conviertan en problemas mayores.

Actuar (A): La fase final del ciclo PHVA se centró en la mejora continua del sistema. Basado en los resultados de las auditorías y el monitoreo, se implementaron acciones correctivas para optimizar el sistema de seguridad. Esto incluyó ajustes en los procedimientos operativos y la actualización del plan de seguridad para adaptarse a nuevas amenazas o cambios en el entorno operativo. La capacidad de actuar rápidamente sobre los hallazgos de la fase de verificación asegura que el sistema electrónico integrado se mantenga eficaz y actualizado, protegiendo de manera continua los activos, el personal y los datos de Gold Fields.

Tabla 18

Matriz PHVA

| Planificación (P): Diagnóstico y Planificación | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------------|---|------------------|---|--|--|
| Requisito | Actividades a Realizar (Qué) | Tareas Involucradas (Cómo) | Responsables (Quién) | Fecha de Ejecución (Cuándo) | % Ejecución | Entregable | Fecha de Entrega | Recursos Necesarios | Meta | Seguimiento al Desempeño |
| Realizar diagnóstico de la seguridad del personal | Identificar áreas críticas y riesgos asociados a la seguridad del personal | Análisis de la matriz IPERC, entrevistas con el personal de seguridad y supervisión directa de las áreas críticas | Equipo de Seguridad y Consultores | Oct-24 | 100 | Informe detallado sobre áreas críticas y riesgos prioritarios | Nov-24 | Matriz IPERC, herramientas de diagnóstico, acceso a todas las áreas de la operación | Tener un informe completo sobre las áreas críticas y riesgos prioritarios en la operación | Realizar seguimiento del 100% de las áreas críticas identificadas durante la revisión, con informes regulares a la alta dirección. |
| Definir objetivos de seguridad | Establecer metas medibles para mejorar la seguridad, como la reducción de incidentes y la mejora en la | Reuniones con la alta dirección y el equipo de seguridad para definir los KPIs (Key Performance | Equipo de Seguridad | Nov-24 | 100 | Objetivos de seguridad claramente definidos y aprobados por la alta dirección | Dic-24 | Reuniones estratégicas, recursos de planificación | Reducir en un 50% los incidentes de seguridad en áreas críticas dentro de los primeros 6 meses | Evaluación mensual del progreso hacia las metas establecidas, con ajustes en la estrategia si es necesario. |

| | respuesta a emergencias | Indicators) y metas | | | | | | | | |
|--|--|---|--|-----------------------------|-------------|--|------------------|---|---|--|
| Asignar recursos necesarios para la implementación | Determinar los recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para implementar las mejoras de seguridad | Presupuesto detallado, asignación de personal y adquisición de tecnología (cámaras, radares, software de gestión) | Gerencia Financiera, Equipo de Seguridad | Dic-24 | 100 | Presupuesto aprobado y recursos asignados | Ene-25 | Presupuesto, recursos humanos especializados, proveedores de tecnología | Asegurar que todos los recursos necesarios estén disponibles para iniciar la implementación en enero 2025 | Revisión trimestral del uso de recursos y ajustes presupuestarios si es necesario para garantizar la continuidad del proyecto. |
| Hacer (H): Ejecución | | | | | | | | | | |
| Requisito | Actividades a Realizar (Qué) | Tareas Involucradas (Cómo) | Responsables (Quién) | Fecha de Ejecución (Cuándo) | % Ejecución | Entregable | Fecha de Entrega | Recursos Necesarios | Meta | Seguimiento al Desempeño |
| Implementación de tecnología de seguridad | Instalar cámaras PTZ, radares AXIS, y actualizar sistemas de alarma en las áreas críticas | Coordinación con proveedores, instalación de equipos en el campo, y pruebas de | Equipo de Tecnología y Seguridad | Enero - Febrero 2025 | 100 | Equipos instalados y funcionando en todas las áreas críticas | Mar-25 | Equipos de seguridad, técnicos especializados, permisos de acceso a todas las áreas | Completar la instalación y pruebas en todas las áreas críticas para marzo 2025 | Verificación diaria del estado de los equipos instalados, con reportes semanales al equipo de proyecto. |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|----------------------|-----|---|--------|---|---|--|
| | | funcionamiento | | | | | | | | |
| Capacitación del personal en nuevas tecnologías | Formar a los empleados en el uso de las nuevas tecnologías de seguridad y procedimientos de respuesta a emergencias | Desarrollar material didáctico, organizar sesiones de formación, y realizar evaluaciones de competencia | Departamento de Formación, Instructores | Febrero - Marzo 2025 | 100 | Todo el personal clave capacitado y certificado para operar el nuevo sistema de seguridad | Abr-25 | Material de capacitación, instructores especializados, espacio para sesiones de formación | Asegurar que el 100% del personal clave domine las nuevas tecnologías y procedimientos antes de abril 2025 | Evaluación continua de la efectividad de la formación mediante simulaciones y exámenes prácticos, con retroalimentación constante. |
| Implementación de controles administrativos y de ingeniería | Aplicar medidas como la instalación de barreras físicas, mejoras en la iluminación, y establecer nuevos protocolos de seguridad | Instalación de barreras, revisión y actualización de procedimientos de seguridad, y auditorías de cumplimiento | Equipo de Seguridad, Gerencia de Operaciones | Enero - Marzo 2025 | 100 | Barreras físicas y mejoras de infraestructura implementadas, protocolos actualizados | Abr-25 | Materiales de construcción, personal de mantenimiento, documentación de protocolos | Reducir riesgos físicos y mejorar la respuesta ante incidentes, asegurando un entorno más seguro para todos los empleados | Auditorías mensuales para asegurar la correcta implementación de los controles y la adherencia a los nuevos protocolos. |
| Verificar (V): Evaluación y Control | | | | | | | | | | |

| Requisito | Actividades a Realizar (Qué) | Tareas Involucradas (Cómo) | Responsables (Quién) | Fecha de Ejecución (Cuándo) | % Ejecución | Entregable | Fecha de Entrega | Recursos Necesarios | Meta | Seguimiento al Desempeño |
|--|--|---|--|-----------------------------|-------------|--|------------------|--|---|--|
| Monitoreo del rendimiento del sistema de seguridad | Supervisar en tiempo real el funcionamiento de cámaras, radares y sistemas de alarma | Configurar sistemas de monitoreo centralizado, realizar revisiones periódicas y pruebas de sistema, documentar cualquier fallo o anomalía | Equipo de Seguridad, Operadores de Monitoreo | Abril - Junio 2025 | 100 | Reportes de desempeño del sistema, incluyendo registros de incidentes y tiempos de respuesta | Jul-25 | Software de gestión de seguridad, sistemas de monitoreo en tiempo real | Identificar y corregir fallos en el sistema antes de que ocurran incidentes mayores | Revisión diaria de los reportes generados, con un enfoque en la identificación temprana de problemas y su resolución oportuna. |
| Evaluación de la efectividad de la capacitación | Evaluar si el personal ha adquirido las habilidades necesarias para operar las nuevas tecnologías y seguir los | Realizar encuestas, simulacros de emergencia, y pruebas de competencia para evaluar el conocimiento y la | Departamento de Formación, Supervisores | May-25 | 100 | Informe sobre el nivel de competencia del personal, incluyendo recomendaciones para | Jun-25 | Encuestas, simulacros, software de evaluación de competencias | Garantizar que el personal esté completamente preparado y seguro en sus roles operativos con las nuevas tecnologías | Seguimiento constante a las competencias del personal mediante evaluaciones periódicas y sesiones de retroalimentación |

| | procedimientos de seguridad | preparación del personal | | | | mejoras adicionales | | | | n, ajustando la formación según sea necesario. |
|--|---|--|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|--|------------------|--|---|--|
| Auditorías de seguridad | Realizar auditorías internas para verificar la implementación efectiva de los controles de seguridad y el cumplimiento de los nuevos protocolos | Revisar la implementación de medidas de control, analizar registros de seguridad, y entrevistar al personal para evaluar el cumplimiento de los procedimientos | Auditor Interno, Equipo de Seguridad | Jul-25 | 100 | Informe de auditoría con hallazgos y recomendaciones | Ago-25 | Herramientas de auditoría, acceso a registros y personal | Asegurar que todas las medidas de seguridad se han implementado correctamente y están siendo seguidas por el personal | Auditorías trimestrales para evaluar el cumplimiento continuo y la efectividad de las medidas implementadas, con acciones correctivas si es necesario. |
| Actuar (A): Mejora Continua y Estandarización | | | | | | | | | | |
| Requisito | Actividades a Realizar (Qué) | Tareas Involucradas (Cómo) | Responsables (Quién) | Fecha de Ejecución (Cuándo) | % Ejecución | Entregable | Fecha de Entrega | Recursos Necesarios | Meta | Seguimiento al Desempeño |
| Implementar acciones correctivas según | Ajustar sistemas y procedimientos de seguridad en | Revisar los hallazgos de las auditorías, proponer e | Equipo de Seguridad, | Agosto - Septiembre 2025 | 100 | Procedimientos revisados y mejorados, | Oct-25 | Resultados de auditorías, reuniones de mejora continua | Reducir fallos en un 90% y mejorar la eficiencia del | Revisión y ajuste continuo de los sistemas y |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---|-------------------------------------|--------------------------|-----|---|--------|--|---|---|
| resultados de auditorías y monitoreo | función de los resultados obtenidos durante la fase de verificación | implementar mejoras en los procedimientos y sistemas de seguridad | Supervisores de Operaciones | | | sistemas ajustados y optimizados | | | sistema de seguridad | procedimientos de seguridad, con el fin de mantener un alto nivel de eficacia y adaptación a nuevos riesgos. |
| Actualización del plan de seguridad | Revisar y actualizar el plan de seguridad basado en las lecciones aprendidas y en la evolución de las amenazas | Reuniones con el equipo de seguridad y la alta dirección para discutir los cambios necesarios en el plan de seguridad, actualizar la documentación y capacitar al personal en los nuevos procedimientos | Equipo de Seguridad, Alta Dirección | Octubre - Noviembre 2025 | 100 | Plan de seguridad actualizado y alineado con las necesidades actuales de la operación | Dic-25 | Documentación de seguridad, software de gestión, recursos de formación | Mantener los estándares de seguridad en niveles óptimos y adaptarse a nuevas amenazas | Evaluaciones semestrales para ajustar el plan de seguridad según las nuevas amenazas y las lecciones aprendidas, con un enfoque en la mejora continua y la adaptación al entorno. |
| Comunicación y | Divulgar y estandarizar los | Realizar talleres de | Departamento de | Noviembre - | 100 | Procedimientos | Ene-26 | Recursos de formación, acceso | Asegurar la comprensión y el | Verificación periódica del |

| | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------------------|----------------|--|--|--|---|--|--|
| estandarización de los nuevos procedimientos | nuevos procedimientos de seguridad, asegurando que todo el personal esté al tanto de los cambios y los siga correctamente | formación, actualizar la documentación y asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para seguir los nuevos procedimientos | Formación, Supervisores | Diciembre 2025 | | estandarizados y seguidos por todo el personal, comunicación efectiva de los cambios | | a documentación actualizada, medios de comunicación interna | cumplimiento total de los nuevos procedimientos de seguridad en toda la organización | cumplimiento de los nuevos procedimientos mediante auditorías internas y evaluaciones del desempeño del personal, con retroalimentación constante. |
|--|---|--|-------------------------|----------------|--|--|--|---|--|--|

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El objetivo general del proyecto, que era optimizar la seguridad en Gold Fields mediante la implementación de un sistema electrónico integrado, ha sido cumplido satisfactoriamente. La integración de tecnologías avanzadas, junto con la actualización de la infraestructura y la capacitación del personal, ha mejorado significativamente la capacidad de la empresa para prevenir y responder a incidentes de seguridad. Esta mejora no solo ha reducido el número de incidentes, sino que también ha incrementado la eficiencia operativa, disminuido los costos asociados con pérdidas y mejorado la moral del personal. El sistema de seguridad implementado cumple con las expectativas, garantizando una protección integral en un entorno que exige altos estándares de seguridad.

A lo largo de la evaluación del sistema de seguridad en Gold Fields, se han identificado varias áreas críticas que requieren mejoras significativas. El sistema de vigilancia actual, que carece de tecnología avanzada como cámaras de visión nocturna y alta resolución, ha demostrado ser ineficaz en la vigilancia durante la noche y en condiciones climáticas adversas. Esta limitación ha contribuido a la alta tasa de intrusiones y agresiones en las zonas más vulnerables de la mina, lo que subraya la necesidad de actualizar la infraestructura de vigilancia para garantizar una cobertura total y efectiva.

Por otro lado, se ha observado que la comunicación entre las diferentes áreas y miembros del equipo de seguridad es deficiente, principalmente debido a la falta de capacitación en el uso de tecnologías avanzadas, como el software de gestión de seguridad. Esta carencia ha resultado en respuestas más lentas y menos coordinadas a los incidentes, lo que destaca la importancia de implementar un programa de capacitación

continúa que mejore tanto la competencia tecnológica del personal como la eficiencia operativa en la gestión de incidentes.

La implementación de la matriz IPERC ha sido un paso crucial para identificar y priorizar los riesgos específicos asociados con la operación del sistema de seguridad. La identificación de áreas críticas donde se concentran la mayoría de los incidentes permitió mitigar estos riesgos mediante la instalación de barreras físicas y la mejora de la iluminación. Estas acciones han sido esenciales para reducir el nivel de exposición del personal y aumentar la seguridad general de la operación.

Asimismo, la aplicación del ciclo PHVA ha demostrado ser una herramienta eficaz para la mejora continua del sistema de seguridad en Gold Fields. La planificación detallada permitió establecer metas claras, como la reducción del 50% en los incidentes de seguridad en áreas críticas. La ejecución de estas mejoras, que incluyó la actualización tecnológica y la capacitación del personal, ha sido clave para alcanzar los objetivos planteados. Además, la verificación constante y las auditorías internas han asegurado que el sistema se mantenga actualizado y capaz de responder a nuevas amenazas, fortaleciendo así la protección en un entorno minero desafiante.

Recomendaciones

De cara al futuro, es crucial actualizar las cámaras existentes para incluir tecnología de visión nocturna y alta resolución, especialmente en las áreas más vulnerables. Además, es recomendable implementar un programa de capacitación continua para el personal de seguridad, enfocándose en el manejo de las tecnologías avanzadas y en la mejora de la comunicación y coordinación. Se debe mantener un programa de auditorías trimestrales para evaluar el desempeño del sistema de seguridad y asegurar que se identifiquen y mitiguen nuevas amenazas de manera oportuna.

Es fundamental también revisar y actualizar el plan de seguridad basándose en las lecciones aprendidas y la evolución de las amenazas. Este proceso debe incluir la colaboración con la alta dirección para asegurar que las medidas de seguridad estén alineadas con los objetivos estratégicos de la empresa. Finalmente, se recomienda la instalación de barreras físicas adicionales y la mejora de la iluminación en las áreas más vulnerables, así como el establecimiento de nuevos protocolos de seguridad y auditorías regulares para asegurar su cumplimiento efectivo.

REFERENCIAS

- Abanto, E., & Honorio, S. (2016). La seguridad y salud ocupacional de los trabajadores en las empresas mineras de la ciudad de Cajamarca y su relación con los índices de accidentabilidad en el año 2015.
- Almanza, W. (2023). Propuesta de Mejora para la gestión de la información del Laboratorio Químico del Proyecto Minero Anama de la empresa Anabi Sac.
- Angulo, M., Maceto, J., & Quintana, Y. (2022). Evaluación bajo la normatividad ISO 55000 de la gestión de activos al área de molienda de la empresa del sector minero de materiales preciosos Touchstone Colombia.
- Carbajal, E. (2020). Implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional en base a la norma iso 45001: 2018 para cumplir con el DS 023-2017-EM de M&B minera SAC-compañía Minera Santa Luisa SA—año 2019.
- Chauca, L., García, W., Guerrero, C., & Peralta, C. (2023). Modelo de gestión de recursos humanos en la empresa Minera Gold Fields: un caso de éxito en el sector minero.
- Contreras, K., Hurtado, E., Lazo, W., & Torres, M. (2021). Efecto mediador de la sostenibilidad en la inteligencia artificial y la optimización de procesos mineros.
- Escudero, C. (2024). *Diseño de una barricada de contención para transportes tipo SCOOP utilizados en procesos de extracción de material pétreo en minería a gran escala* (Master's thesis).
- Gallegos, A. (2005). Herramientas de planeamiento estratégico para crear valor económico, social y ambiental en la empresa minera (TT-136).

- Huamani, A. (2022). Planificación e implementación de mejora al sistema de potabilización de agua para el campamento pierina de la Compañía Minera Barrick Perú 2022.
- Inche, W. (2023). Evaluación de las normas de seguridad para la adecuación del ISO 45001 en el sistema de seguridad de la Compañía Minera Lincuna SA.
- Incil, J. (2017). Evaluación del despliegue de los módulos de acreditación, identificación, control de acceso del sistema 2personnel para la gestión de seguridad en la operación minera Las Bambas.
- Intor, I., & Portal, C. (2017). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del área de servicios generales-empresa Ingesa SAC 2017.
- Luna, J. (2017). Implementación de sistema de seguridad y salud ocupacional en la Minera Chinalco Perú, unidad Toromocho bajo la norma Ohsas 18001: 2007.
- Perez, C. (2016). Diseño de un sistema de seguridad electrónica con monitoreo centralizado para protección de una instalación minera.
- Rodriguez, P. (2021). Implementación del Programa de Seguridad basada en el comportamiento-SBC, para incrementar comportamientos seguros en trabajadores del sector minero en Cajamarca.
- Salas, M. (2018). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para la seguridad ocupacional en minas subterráneas. Universidad de Ciencias y Artes de América Latina.

Torres, L., Torres, W., Arévalo, C., & Gutiérrez, C. (2022). *Modelo de Gestión de Recursos Humanos en la Empresa Minera Gold Fields: Un Caso de Éxito en el Sector Minero* (Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru)).

Valencia, F. (2020). Aplicación de la metodología de monitoreo de riesgos estratégicos en el proceso de control minero.

Veliz, R. (2018). Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad, Salud ocupacional, bajo la norma ISO 45001 para optimizar las operaciones mineras en la Compañía Minera Casapalca SA. *Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.*

Villafuerte, D. (2018). Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para prevenir accidentes e incidentes de la empresa corporación Primax SA–minera Barrick Misquichilca SA 2016.

ANEXOS

Anexo N° 01. Evidencia fotográfica

Fotografía 1. Verificación, limpieza del recorrido para el tendido de cable UTP



Fotografía 2. Verificación, limpieza del recorrido para el tendido de cable UTP



Fotografía 3. Verificación, limpieza del recorrido para el tendido de cable UTP



Fotografía 4. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 5. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 6. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 7. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 8. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 9. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 10. Tendido en todo el tramo de la bandeja metálica



Fotografía 11. Tendido del cableado UTP sobre la bandeja existente del área Sub estación



Fotografía 12. Instalación de soporte para cámara



Fotografía 13. Excavación para cableado UTP de la bandeja existente del área Sub estación hasta poste donde son instalados los equipos



Fotografía 14. Zanja para tendido de tubería HDP para cable UTP



Fotografía 15. Excavación para tendido de cableado



Fotografía 16. Instalación de cámara domo megáfono y strobo



Anexo N° 02. Especificaciones técnicas de las cámaras PTZ

Resolución: 1080p Full HD

Visión nocturna: Hasta 50 metros con infrarrojos

Capacidades PTZ: Rotación horizontal de 360 grados y vertical de 90 grados

Análisis de video: Detección de movimiento, reconocimiento facial, y análisis de comportamiento



Anexo N° 03. Especificaciones técnicas de los radares AXIS

Rango de detección: Hasta 200 metros

Cobertura: 120 grados horizontal y 30 grados vertical

Capacidades de análisis: Detección de movimiento, seguimiento de objetos, y diferenciación entre humanos y animales.

