

Management of Safety and Health at Work to reduce labor risks in a Peruvian mining company

Miluzka Leticia Sánchez-Contreras, Bachiller en Ingeniería Industrial¹, Nancy Analy Vasquez-Rodríguez, Bachiller en Ingeniería Industrial² y Guillermo Segundo Miñan-Olivos, Magíster en Gestión Pública¹
^{1,2,3} Universidad Privada del Norte, Perú, N00200131@upn.pe, N00212970@upn.pe, guillermo.minan@upn.pe

Abstract– The general objective of this research was to improve the management of occupational safety and health to reduce occupational risks in a Peruvian mining company. To achieve this objective, an applied research was carried out with a quantitative approach and descriptive scope. As a sample of the study, 729 tasks were evaluated in the mining company. The initial results determined that the risk levels according to their severity were quantified in 16% as fatal, 63% permanent and 21% temporary. Based on the type of risks, they were accounted for as mechanical 28%, physical 23%, locative 13%, psychosocial 22%, chemical substances 4%, biological and ergonomic 5% and electrical 1%. From the established improvement, it was possible to determine that the fatal risks went from 16% to 0%. In the case of permanent risks, a reduction of 43% was obtained, while temporary risks went from 21% to 83%. In the inferential aspect, the Mann-Whitney statistical test determined a p value equal to 0.000, which validated the statement that a significant reduction in risks was achieved. In this sense, it was possible to conclude that the management of occupational safety and health reduced occupational risks in a Peruvian mining company.

Keywords: occupational safety, mining, health, Occupational risks.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para reducir riesgos laborales en una empresa minera peruana

Miluzka Leticia Sánchez-Contreras, Bachiller en Ingeniería Industrial¹, Nancy Analy Vasquez-Rodríguez, Bachiller en Ingeniería Industrial² y Guillermo Segundo Miñan-Olivos, Magíster en Gestión Pública¹

^{1,2,3}Universidad Privada del Norte, Perú, N00200131@upn.pe, N00212970@upn.pe, guillermo.minan@upn.pe

Resumen – La presente investigación tuvo como objetivo general mejorar la gestión de seguridad y salud en el trabajo para reducir los riesgos laborales en una empresa minera peruana. Para lograr dicho objetivo, se llevó a cabo una investigación aplicada con una metodología de enfoque cuantitativo y alcance descriptivo. Como muestra del estudio, se evaluaron 729 tareas en la empresa minera. Los resultados iniciales determinaron que los niveles de riesgo según su severidad se cuantificaban en un 16% como fatales, 63% permanentes y 21% temporales. En función al tipo de riesgos, se contabilizaron como mecánicos 28%, físicos 23%, locativos 13%, psicosociales 22%, sustancias químicas 4%, biológicos y ergonómicos 5% y eléctricos 1%. A partir de la mejora establecida, se pudo determinar que los riesgos fatales pasaron de un 16% a un 0%. En el caso de los riesgos permanentes, se obtuvo una reducción del 43%, mientras que los riesgos temporales pasaron de un 21% a un 83%. En el aspecto inferencial, la prueba estadística de Mann-Whitney determinó un valor p igual a 0.000, por lo cual se validó la afirmación de que sí se logró una reducción significativa en los riesgos. En ese sentido, se pudo concluir que la gestión de seguridad y salud en el trabajo redujo los riesgos laborales en una empresa minera peruana.

Palabras clave: seguridad ocupacional, minería, salud, Riesgos laborales.

I. INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad económica importante en todo el mundo. Entre los diversos países que se dedican a la industria minera, Ucrania cuenta con las tasas más elevadas de accidentes en mina. Sin embargo, diversas empresas mineras buscan la manera de fortalecer el contexto en el ámbito de la protección industrial para evitar posibles accidentes laborales, creando políticas y acciones para mitigar los peligros y riesgos. Esta iniciativa refleja un compromiso por parte de las empresas mineras para garantizar un ambiente laboral seguro y saludable para sus trabajadores [1].

En el caso del Perú, la oficina de estadística del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo revela que la industria extractiva de minas y canteras notificó 1608 accidentes durante el año 2021, siendo la cuarta actividad económica con más accidentes en el país. Dentro de esos accidentes notificados, 1191 incluyen la extracción de minerales metalíferos no ferrosos, a excepción de los minerales de uranio y torio; 287 se dedican a la extracción de

otras minas y canteras, que es la segunda subactividad más difícil; 57 se dedican a la extracción de petróleo crudo y gas natural; 42 a la extracción de piedra, arena y arcilla; y 28 a actividades de servicios relacionadas con la extracción de petróleo y gas, a excepción de las actividades de exploración; y 3 a la extracción de minerales de hierro. Además de los elevados niveles y la administración de seguridad, el empleado y la toma de conciencia por parte de estos desempeñan un papel significativo en el acatamiento de ciertas precauciones y en el respeto de los distintos criterios establecidos [2]. La región Cajamarca es una de las regiones peruanas con mayor índice de accidentes en cuanto a la minería. Solo en el año 2021 ha presentado 50 accidentes referentes a explotación de minas y canteras [3]. Por otro lado, las grandes empresas mineras y minería emergente afrontan el gran desafío de mitigar los riesgos laborales, pero no ponen énfasis en el enfoque humano y la organización, siendo este el eje clave para poder gestionar la accidentabilidad [4]. Tomando en cuenta lo expuesto, se planteó el siguiente problema de investigación: ¿En qué medida una mejora en la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo reduce los riesgos laborales en empresa minera peruana?

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo se aplicó un enfoque cuantitativo. Según Hernández y Duana [5], la metodología de investigación cuantitativa se basa en la recopilación de datos con el fin de examinar y respaldar hipótesis a través de mediciones numéricas y análisis estadísticos. El alcance de esta investigación fue de tipo descriptivo, puesto que Nieto [6] lo define como la recopilación de datos históricos sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de personas, agentes e instituciones involucradas en los procesos sociales. En cuanto al diseño, fue de tipo no experimental. Según Chupillón [7], el diseño no experimental se define como el estudio en el que las variables no se cambian intencionalmente, es decir, mantienen su independencia. Por ello, en este trabajo se observan los fenómenos que ocurren en el ambiente laboral en su contexto natural para su posterior análisis de los riesgos identificados. Sin embargo, cabe destacar que un estudio descriptivo también puede alcanzar un nivel predictivo siempre y cuando

se apliquen herramientas que estimen o proyecten el impacto sobre una variable dependiente sin llegar a un alcance experimental. En concordancia con lo mencionado, el presente estudio ha contemplado un análisis detallado de la reducción de riesgos y se ha logrado estimar la medida en que los riesgos reducirían su criticidad y severidad.

Para este estudio, la población estuvo constituida por todos los procesos de la empresa minera. Según Arias [8], la población se define como el ‘conjunto de elementos que presentan una característica de estudio’. De la misma forma, Pillpe [9] menciona que la población de la investigación está constituida por un grupo de casos determinado, limitado y fácilmente disponible. Por otro lado, la muestra para el actual estudio se centró en el corte de taludes mineros y los pozos de sedimentación correspondientes al movimiento de tierras, instalación de estructuras en los pozos de contención del mineral y voladuras. Se analizaron un total de 729 tareas asociadas a diversos riesgos. Esto concuerda con lo expuesto por Ávila [10], quien define a la muestra como la técnica que se utiliza para identificar con qué proporción de la población se puede trabajar para ejecutar las propuestas de mejora.

Por otra parte, las técnicas utilizadas en esta investigación fueron, en primer lugar, la entrevista. De acuerdo con Martínez [11], esta técnica ayuda a obtener información de forma hablada e individualizada. En segundo lugar, estuvo la observación directa que, según Zambrano [12], indica que en esta técnica el investigador está presente en el lugar de los hechos, pero no interfiere ni modifica en modo alguno el entorno circundante. Por esta razón, se utilizó esta técnica y se realizó un reconocimiento en el área de operaciones mineras dentro de la mina para identificar las principales razones por las cuales existe un alto nivel de riesgos, es decir, qué zonas tienen mayores riesgos y peligros para los colaboradores del área. Por otro lado, en cuanto a las posibles deficiencias del plan de gestión de seguridad ocupacional en el área de operaciones mineras, se aplicó un Check List basado en la ley N.º 29783.

Esta investigación también incluyó el análisis documental. El objetivo principal de esta herramienta fue identificar de manera precisa cuáles son los principales riesgos y peligros a los que están expuestos los colaboradores en el entorno minero. Para ello, se consultaron diversos datos históricos de accidentes e incidentes no solo de la empresa, sino también del sector minero de los tres últimos años. Se tomó el plan actual de seguridad ocupacional para poder tomar datos y analizarlos para proponer una mejora. También se utilizó el instrumento de ficha de registro de incidentes peligrosos, el registro de equipos de seguridad y emergencia, con el fin de identificar algunas falencias. Además, se registró el reporte de actos inseguros y condiciones substándar. En base a los aspectos previamente mencionados, gracias a la recopilación de información obtenida, se llevó a cabo un exhaustivo Check List de diagnóstico y se elaboró una matriz

IPER base. Como también se evaluó el grado de cumplimiento de los requisitos básicos en la gestión de seguridad y salud en el trabajo. Para llevar a cabo el levantamiento y procesamiento de la información correspondiente a la empresa minera, se procedió a realizar una visita de campo.

Durante esta visita, se aplicaron las listas de chequeo diseñadas específicamente para abordar los diferentes aspectos relacionados con la seguridad y salud ocupacional en el entorno minero. Con la información recopilada durante el Check List y la visita de campo, se contaron con elementos fundamentales para realizar un análisis exhaustivo de la situación y proponer recomendaciones y acciones concretas que contribuyan a mejorar la gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa minera. Así mismo, se elaboró un IPER base para determinar el estado actual de nivel de riesgos e identificar los principales peligros en zonas de trabajo. Todos estos datos fueron trabajados y registrados en un archivo Excel. Cabe resaltar que la valoración de riesgos comprende un análisis especializado. En este contexto, se empleó el procedimiento establecido por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo [12] para determinar el grado de riesgo en una escala secuencial mediante la multiplicación del nivel de probabilidad y la gravedad. El nivel de probabilidad resultó de la suma de la cantidad de individuos expuestos, los procedimientos actuales, la capacitación y la exposición al riesgo.

Finalmente, una vez propuestas las medidas para reducir los riesgos laborales en la empresa minera, es fundamental evaluar el impacto que estas acciones tendrán en la seguridad y salud de los trabajadores. Para ello, se realiza una estimación del impacto generado al implementar cada una de las propuestas. Esta estimación se lleva a cabo mediante el análisis de datos y la elaboración de gráficos estadísticos que permiten visualizar la evolución de los indicadores de riesgo antes y después de la implementación de las mejoras. Estos gráficos comparativos son una herramienta útil para determinar el nivel de reducción de los riesgos laborales y evaluar la efectividad de las medidas implementadas. La comparación también comprendió un análisis inferencial mediante la prueba estadística, no paramétrica, de Mann-Whitney ya que los datos no seguían una distribución normal.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa

La empresa está ubicada a unos 15 kilómetros de la ciudad de Cajabamba, entre 2700 y 2900 metros de altura. Comenzó a producir comercialmente en 2016 con una planta con capacidad para procesar 36.000 toneladas al día. El tipo de trabajo es a cielo abierto y actualmente se encuentran preocupados por el aumento de riesgos laborales en estos trabajos, donde se utilizan maquinarias pesadas, explosivos.

Sumándose a esto, las condiciones climáticas adversas a las que están expuestos los trabajadores en la minería a cielo abierto, incluyendo aquellos que operan en los taludes. Por ejemplo, las lluvias intensas, las tormentas y otros fenómenos meteorológicos pueden afectar la estabilidad del terreno y aumentar los riesgos. En la figura 1 se detalla los procesos en el área extracción de mineral.

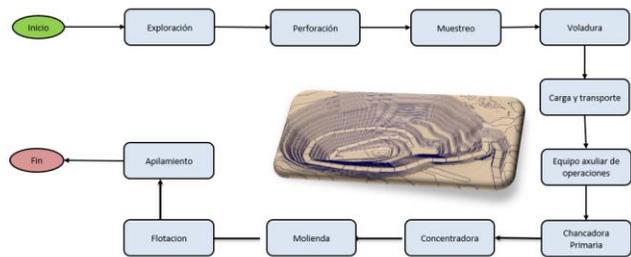


Fig.1. Flujograma de procesos de la empresa minera

Se comienza con una exploración superficial en el terreno para poder evaluar si es viable el comienzo de operaciones. Luego se pasa a perforar usando taladros en el terreno rocoso con el fin de obtener pequeñas aberturas donde se coloca la carga de explosivos. Antes de efectuar la voladura, se sacan muestras con la tierra impregnada en el taladro para confirmar si la ley del mineral es aceptable. Si los resultados son aceptables, se pasa a la voladura para luego realizar el carga y transporte del material hacia el equipo auxiliar de operaciones. Este se encarga de realizar los tajos, carreteras, encanchas de lixiviación y apoyar con el transporte del material hacia la chancadora primaria, donde se muele las rocas de mineral para luego ser llevado a la concentradora. Allí se realiza la flotación para recuperar los minerales que tienen valor y finalmente se acumula el mineral en pilas para esperar ser transportado a otra área de la mina.

Las operaciones que la empresa realiza son los movimientos de tierras, instalación de estructuras en los pozos

de contención del mineral y voladuras, que se centran en el corte de taludes mineros y los pozos de sedimentación. Por lo tanto, cuando los especialistas en voladura comienzan a perforar el frente de una sección de 3 x 3, realizan movimientos repetitivos que afectan la correcta ergonomía de perforación debido a la falta de capacitación de estos maestros. Incluso los ayudantes de estos tienen una posición no adecuada en el momento de sostener el barreno. Por ello, se detecta, según la información recogida, el aumento del 20% de trabajadores que adolecen de enfermedades relacionadas a esto entre el año 2021 y 2022. Con respecto a la limpieza que realizan de carga disparada, el operario de scoop olvida constantemente su respirador, lo cual es de suma importancia para realizar este tipo de actividad, ya que dentro de mina existe mucha circulación de monóxido emitido por diferentes equipos. Por último, en relación con la instalación deficiente de rampas en áreas críticas, se identifica como una preocupación relevante la posibilidad de desprendimientos de taludes. Esta situación pone a los trabajadores en un riesgo significativo durante sus labores.

En términos generales, si bien es cierto que la empresa orienta constantemente a los trabajadores a realizar un trabajo seguro, estos no respetan el plan de lineamientos de seguridad ocupacional, generando altos riesgos laborales. La organización dispone de variados recursos de protección laboral, pero el gran error es no saber difundirlos entre todos sus colaboradores. Como la mayoría de estos están acostumbrados al trabajo abrumador, tratan de normalizarlo al entrar a la mina sin equipos de protección personal, siendo esta acción muy peligrosa y que podría terminar en accidentes fatales. Por otro lado, con el fin de realizar un análisis profundo en la problemática de la empresa minera sobre los altos riesgos laborales que tiene, se realizó un esquema de Ishikawa para lograr determinar los principales problemas y causas raíz de estos. A continuación, se muestra el análisis en la siguiente figura 2:

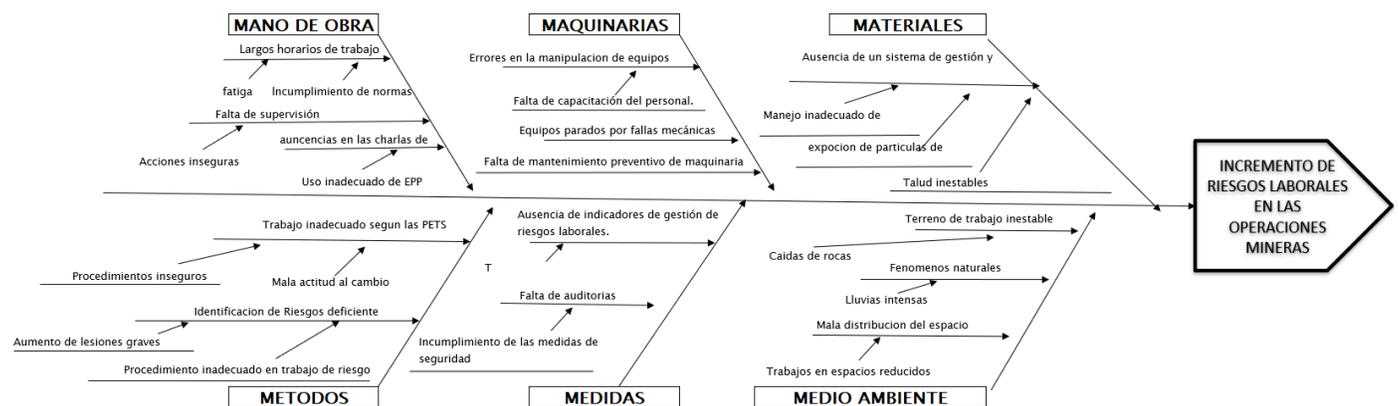


Fig.2. Diagrama de Ishikawa para la determinación de causas en el incremento de riesgos laborales de la empresa minera

Para calcular y establecer el estado de cumplimiento de las principales exigencias de seguridad y salud en el trabajo, se

aplicó una lista de chequeo teniendo en cuenta aspectos como el cumplimiento de las obligaciones por parte de los jefes y

operarios, la gestión de seguridad y salud ocupacional y la gestión de operaciones mineras, como la extracción de minerales cercanos a la superficie terrestre a través de la remoción de suelo y roca, las voladuras controladas y el uso de maquinaria pesada. Esta aplicación se permite centrarse en aspectos preventivos más que en situaciones reactivas. Esto implica buscar oportunidades para mejorar la seguridad y salud antes de que surjan problemas mayores para abordarlos de manera adecuada y oportuna, estableciendo un plan de acción. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

En la figura 3 se observa que el punto de la gestión de seguridad y salud ocupacional es donde tiene mayor índice de incumplimiento la empresa, donde muestra que tiene un 62% de nivel de incumplimiento en cuanto a la gestión de seguridad y salud en el trabajo. Con estos resultados se procede a calcular un resultado final para determinar si la calificación es satisfactoria, requiere mejoras o es deficiente, obteniendo una calificación de 36%. Esto quiere decir que es deficiente el cumplimiento de actividades en la empresa minera, lo que genera una mala gestión de seguridad y salud ocupacional.

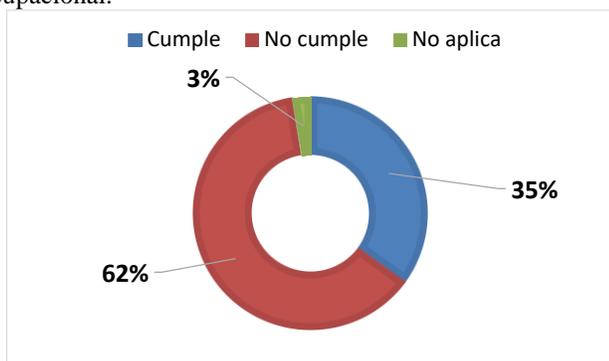


Fig.3. Nivel de cumplimiento legal respecto a la gestión de seguridad y salud en el trabajo

Estos resultados se basaron en el pre-check list, donde se verifica el cumplimiento de obligaciones tanto del titular como el de los trabajadores. En el cual se puede constatar que la empresa no se hace cargo de los gastos vinculados a la protección y bienestar laboral, y no existe un plan vigente para el presente año. Por otro lado, no se notifica a los empleados acerca de los riesgos y peligros para la salud, así como de las medidas preventivas y de protección correspondientes. Y, por último, la empresa no suministra los instrumentos idóneos para llevar a cabo las tareas de manera segura, mucho menos recluta, evalúa, selecciona y capacita al personal que trabaja en la mina. Esto conlleva a que los trabajadores sean inconscientes de su seguridad personal y la de sus compañeros. Con respecto a la gestión política de la empresa, se verificó que no cuenta con el libro de seguridad y salud ocupacional; como también, no aplican la gestión de las actividades que identifiquen, evalúen y controlen los actos y condiciones inseguros. Dicho esto, no se desarrollan programas de capacitación en forma diaria, semanal, mensual

y anual relacionados con las funciones del personal; además, no gestionan una inducción u orientación general que sea menor a 8 horas.

En lo que concierne a salud ocupacional, la empresa no cuenta con dispositivos que controlen las concentraciones de emisión de gases para que estén por debajo de los límites máximos permisibles. Tampoco se monitorean los agentes biológicos en la operación minera, tales como moho, bacterias, parásitos gastrointestinales, etc. Con respecto a la ergonomía, la empresa no brinda capacitación ni se cuenta con equipos ergonómicos. Y en temas de salud, la empresa en mención no brinda exposiciones ni inducciones, mucho menos campañas mensuales relacionadas a enfermedades crónicas.

También se identificaron los peligros y riesgos, obteniendo como resultados que los mayores riesgos son de tipo mecánico, físico, psicosocial y locativo, como se observa en la figura 4. Ahora bien, esto no quiere decir que el resto pierda significancia al momento de aplicar las medidas de control para mitigar dichos riesgos.

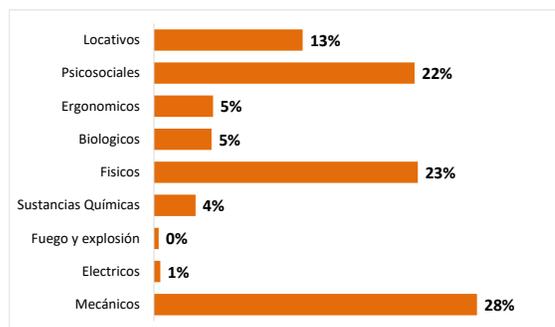


Fig.4. Tipos de riesgos laborales identificados en la empresa

Además, se determinó el nivel de riesgo de acuerdo con su severidad, tal como se muestra en la figura 5:

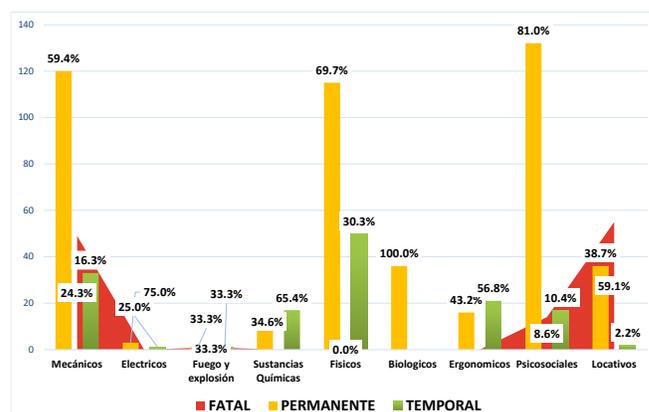
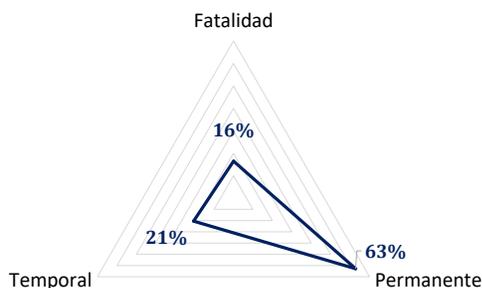


Fig.5. Grado de severidad de los riesgos laborales identificados en la empresa

Así mismo, se muestra un resultado global de los niveles de riesgos encontrados, según el análisis inicial de la matriz IPER. Un 16% de los riesgos se determinaron como fatales, un 63% como permanentes y un 21% como temporales.



Luego de realizar el diagnóstico de la situación actual en la empresa minera, se procedió a realizar el diseño de mejora, el cual propone herramientas de ingeniería para la solución a dos de las principales causas raíz críticas, con previo análisis de Pareto. Como primera medida para minimizar las deficiencias, se va a dar inicio con la herramienta de la matriz IPERC. Es decir, esta vez aplicando las medidas de control, se logrará fortalecer el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para reducir los riesgos laborales en mina. Se plantean cambios y se evalúan nuevamente los riesgos laborales con la identificación de peligros, planteando así los controles para la mejora continua. A continuación, se describen los cambios propuestos (Tabla I).

3.2. Mejora en la gestión de seguridad y salud ocupacional en el trabajo para reducir los riesgos laborales en la empresa minera

TABLA I

CONTROL DE INGENIERÍA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES CON ALTO GRADO DE SEVERIDAD EN LA EMPRESA MINERA

	Actividad	Detalle del peligro	Riesgo	Grado de severidad	Acciones de ingeniería propuestas
CONSTRUCCIÓN DE CANAL PERIMETRAL SUR (operaciones mineras para la extracción de mineral)	Transporte de personal y equipos	Rocas sueltas en taludes vías externas a la unidad	Caída de roca	Fatal	Perfilado, desquinche o eliminación de rocas sueltas en los taludes
		Descanso inadecuado (no cumplir con las 6 horas mínimas de descanso)	Exposición a la fatiga y somnolencia, choque o colisión.	Fatal	* Usar pulseras antifatiga y sincronización antes de iniciar el turno de trabajo * Reportar al supervisor inmediato, síntomas de fatiga y somnolencia * Cumplimiento de las 6 horas mínimas de descanso
		Deslizamiento de tierras y carreteras irregulares	Atropello, colisión, choque o volcadura	Fatal	*Revisión y mantenimiento continuo de carreteras. *Cinturones de seguridad, airbags certificados. *Cámaras de retroceso y sensores de aproximación certificados. *Difusión y cumplimiento del RITRANS (REG- PAS PERU-01 RITRANS 2023 V3) * Capacitación en Manejo Defensivo
	Movimiento de Tierras	Desprendimiento de rocas y material suelto	Caída de roca	Fatal	Paralización de trabajo y Desquinche de Roca y/o bancos
		Operador asciende y desciende del equipo	Atropello, choque o volcadura	Permanente	Entrega y Difusión de PETS "Explicación de material con retroexcavadora"
		*Excavaciones abiertas, sin barreras de seguridad	Caída del personal dentro de los orificios	Permanente	Implementar barreras duras (Muros y barandas de seguridad, pasarelas)
	Obras Civiles	Rocas colgadas en el talud	Caída de roca	Fatal	* Inspección y evaluación de los taludes de parte de la supervisión al inicio de guardia * Mapa de riesgo con la demarcación y/o señalización de áreas con letrero de zonas de exclusión * Uso de vigías
		Accesos irregulares, accesos sin barandas de seguridad	Caída estrepitosa	Permanente	Conformación de accesos y graderías con pico y palana.
		Caída de rayo por tormenta eléctrica	Descarga eléctrica directa o indirecta	Fatal	Uso de unidades de transporte de personal como refugio temporal ante tormentas eléctricas.
		Fallas mecánicas de carmiz	Colisión y volcadura	Fatal	* Check list de pre-uso de equipos * Cumplimiento al programa de retorqueo de neumáticos, y cada vez que se realice el cambio de neumáticos * En caso de fallas mecánicas, se reporta de inmediato al área de mantenimiento. * Señalizar el área. * Seguimiento al plan de mantenimiento preventivo.
	Actividades de Soporte	Superficies inestables y	Caída estrepitosa	Permanente	* Demarcación de áreas. * Gestionar el mantenimiento y conformación

	resbaladizas			de accesos y plataformas.
	Laborar sin refugio durante alerta roja por tormentas eléctricas	Descarga eléctrica directa o indirecta	Fatal	*Equipo que cumple con Jaula de Faraday *Entrega y Difusión de Plan de Respuesta a Emergencias
	Ruido de excavadora	Sobrexposición de ruido	Permanente	* Seguimiento del uso correcto del EPP auditivo. * Verificación de entrega de EPP auditivos * Audiometría de control de forma semestral.

Por otro lado, se presenta un plan de acción (Tabla II), cuya prioridad es minimizar los riesgos laborales mediante las capacitaciones, sensibilizaciones, entrenamientos. Dentro de los temas tratados en las capacitaciones están el uso seguro de maquinaria, los procedimientos de emergencia, el manejo de sustancias peligrosas, la ergonomía, entre otros temas relevantes. Cabe mencionar que es fundamental que la alta dirección, los supervisores y los trabajadores se involucren activamente en el plan de acción. La colaboración de todos es esencial para asegurar el éxito y la sostenibilidad de las

mejoras en seguridad. Ya que la documentación ya se tiene, solo falta transmitirlo a los trabajadores para que ellos actúen en las diversas labores de trabajo en la empresa minera. Es de suma importancia cumplir con los principios, normas y herramientas para prevenir los riesgos detallados en la matriz IPERC, porque todos estos elementos trabajan de manera interconectada y se despliegan de forma lógica y sucesiva para el logro de las metas a corto y largo plazo en las diversas actividades mineras de manera segura para todos los colaboradores.

TABLA II

PLAN DE CAPACITACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES CON ALTO GRADO DE SEVERIDAD EN LA EMPRESA MINERA

Objetivo	Acción	Responsabilidad	Resultado Esperado
Sensibilizar el uso de EPP al 100% de trabajadores de la obra.	- Solicitar capacitación. -Registro de asistencia.	SOMAA	Ejecución al 100% de las charlas sobre las buenas prácticas de uso de EPP.
Ejecutar al 100% el programa de entrenamiento para trabajadores en obra teniendo en cuenta la matriz IPERC.	-Ejecución de sesiones del programa y evaluación.	SOMAA	Ejecución al 100% con la participación de los trabajadores de obra.
Ejecutar al 100% la capacitación estándar E-SHA-SSO-32 Estándar - Tormentas Eléctricas	-Solicitar capacitación. -Registro de asistencia.	SOMAA	Ejecución al 100% con la participación de los trabajadores de obra.
Ejecutar al 100% capacitación en manejo defensivo	-Solicitar capacitación. -Registro de asistencia.	SOMAA	Ejecución al 100% con la participación de los conductores de la obra.
Ejecutar capacitaciones sobre el procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS)	-Ejecución de capacitaciones semanales obligatorias.	SOMAA	Ejecución al 100% de las capacitaciones sobre los PETS.

3.3.Reducción de los riesgos laborales en la empresa minera

A continuación, se detalla el antes y el después sobre la mejora en la gestión de seguridad y salud en el trabajo para reducir los riesgos laborales (Figura 7).

Con estos resultados, se procedió a calcular el resultado final, en el que se obtuvo una calificación de cumplimiento del 88%. Esto quiere decir que, después de aplicar la propuesta de mejora, se obtiene un puntaje satisfactorio en cuanto al cumplimiento de actividades en la empresa minera, es decir, se mejoró en un 53% en cuanto al cumplimiento de políticas de seguridad. Esta mejora en el cumplimiento de las normas vigentes se asocia con los controles de ingeniería propuestos, con el plan de capacitación diseñado y con las herramientas aplicadas en el desarrollo del estudio.

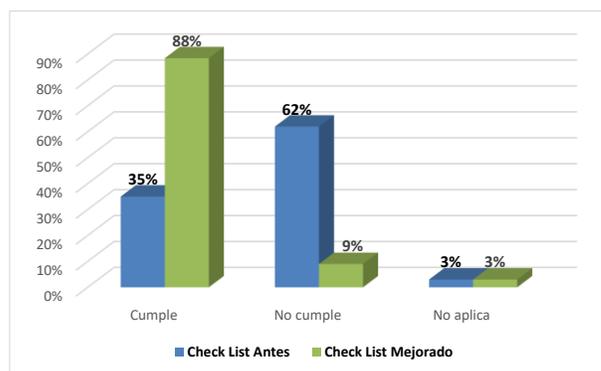


Fig.7. Comparación del Check List antes y después de la mejora

En la figura 8, se observa la estimación en cuanto se reducirían los riesgos laborales. Para ello, se comparó el nivel de severidad de los riesgos iniciales y los riesgos residuales.

Los riesgos fatales pasaron de un 16% a un 0%. En el caso de los riesgos permanentes, se obtuvo una reducción del 43%, mientras que los riesgos temporales pasaron de un 21% a un 83%.

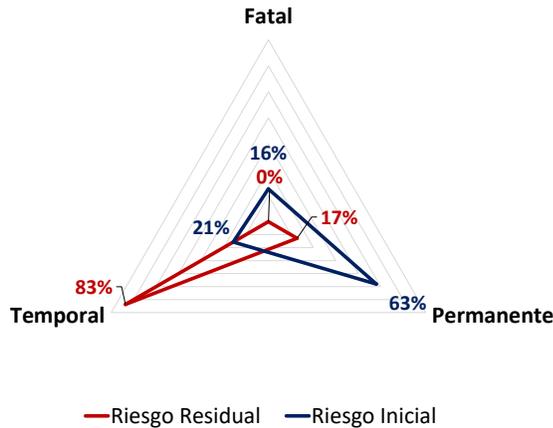


Fig.8. Comparación de los riesgos iniciales y residuales según su grado de severidad

En la tabla III se puede observar la reducción de los niveles de riesgo según los tipos de riesgo. Los riesgos fatales se eliminaron completamente en todos los tipos de riesgo, excepto en los mecánicos y los psicosociales, donde se redujeron de un 24% y un 9% a un 0%, respectivamente. Los riesgos permanentes se redujeron en todos los tipos de riesgo, excepto en los eléctricos y los biológicos, donde se mantuvieron en un 75% y un 100%, respectivamente. La mayor reducción se dio en los riesgos mecánicos, que pasaron de un 59% a un 25%. Los riesgos temporales se redujeron en todos los tipos de riesgo, alcanzando el 100% de reducción en los eléctricos, el fuego y explosión, las sustancias químicas, los físicos y los biológicos. La menor reducción se dio en los locativos, que pasaron de un 2% a un 41%.

TABLA III
REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES SEGÚN SU TIPO Y GRADO DE SEVERIDAD

Tipo de riesgo	FATAL		PERMANENTE		TEMPORAL	
	A	D	A	D	A	D
Mecánicos	24%	0%	59%	25%	16%	75%
Eléctricos	0%	0%	75%	0%	25%	100%
Fuego y explosión	0%	0%	33%	0%	33%	100%
Sustancias Químicas	0%	0%	35%	0%	65%	100%
Físicos	0%	0%	70%	0%	30%	100%
Biológicos	0%	0%	100%	0%	0%	100%
Ergonómicos	0%	0%	43%	0%	57%	100%
Psicosociales	9%	0%	81%	9%	10%	91%
Locativos	59.1%	0%	38%	59%	2%	41%

Nota: A: antes de la mejora, D: después de la mejora

3.4 Análisis inferencial de la reducción de riesgos

Si bien el análisis estadístico descriptivo demuestra una reducción en los niveles de riesgos a partir de las mejoras diseñadas, también se llevó a cabo un análisis inferencial para demostrar que la disminución de riesgos era estadísticamente significativa. La figura 9 muestra que los riesgos no seguían una distribución normal.

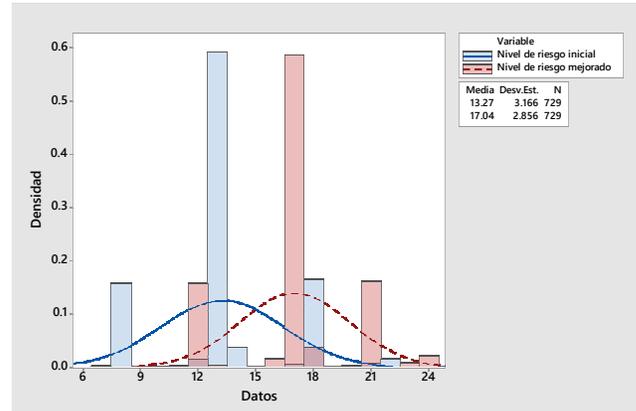


Fig. 9. Histograma y ajuste de distribución para los niveles de riesgos: inicial y mejorado

Posteriormente, se estableció como hipótesis nula (H_0): $\eta_1 - \eta_2 = 0$; y como hipótesis alterna (H_1): $\eta_1 - \eta_2 < 0$; donde:

η_1 : mediana del Nivel de riesgo inicial
 η_2 : mediana del Nivel de riesgo mejorado
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

La mediana del riesgo inicial se estableció en 13, correspondiente a 729 tareas evaluadas, mientras que el riesgo mejorado presentó una mediana de 17, a partir de la misma cantidad de riesgos evaluados. La prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney determinó un valor p igual a 0.000, por lo cual se procedió a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa; es decir, se puede afirmar que sí existe una reducción significativa en los riesgos de la empresa minera con una probabilidad menor al 5% de error al rechazar la hipótesis nula (Figura 10).

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 < 0$

Método	Valor W	Valor p
No ajustado para empates	404161.50	0.000
Ajustado para empates	404161.50	0.000

Fig. 10. Prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney procesada en Minitab 18

IV. DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio evidenciaron que los objetivos propuestos fueron alcanzados con éxito. El área de

operaciones mineras fue frecuentemente evaluada por presentar una deficiencia en el cumplimiento de los requisitos para la adecuada gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Según Vallejo, la seguridad y salud en el trabajo ha sido un componente esencial en el crecimiento de las empresas [13]. Esto se debe a que se ha vinculado con la productividad laboral; por consiguiente, es esencialmente importante en la prevención de accidentes e incidentes. Esto contrasta con Contreras, porque menciona que la correcta gestión de la salud y la seguridad en el trabajo además de tener el fin de lograr una disminución de los accidentes laborales crea un aumento de la productividad [14]. Por esta razón, es relevante conocer las condiciones laborales en las que se encuentran los trabajadores, porque nos ayuda a saber si existe una correcta gestión de la seguridad.

En cuanto a las normas de seguridad, según Cangahuala, sirven para la regulación de las actividades de riesgo en el trabajo, ya que enmarcan principalmente un impacto sobre las empresas del sector minero y las condiciones contextuales donde se realizan las labores [15]. Sin embargo, muchas de las compañías no cumplen con la normatividad y mucho menos proponen estrategias para hacer cumplir por lo menos las normas básicas. Por lo que en esta investigación se determinó proponer y desarrollar herramientas de ingeniería como IPERC, Check List, Plan de Seguridad y capacitación, mapa de riesgos y señalización de seguridad con el fin de reducir los riesgos laborales en los procesos operativos de la mina y elevar la seguridad a un nivel superior. Esto se relaciona con la investigación de Calderón, donde llega a la conclusión de que utilizando herramientas de ingeniería como un IPERC, un Check List de actividades diarias y actividades PASSO, lograron minimizar el número de accidentes y riesgos laborales en un 87.82% [16].

Respecto al diagnóstico de los riesgos ocupacionales actuales en la empresa minera estudiada, se determinaron dos problemas principales: la ausencia de un sistema de gestión y salud ocupacional, así como la falta de capacitación diaria, lo que genera altos niveles de riesgos ocupacionales. Esto concuerda con la investigación de Talavera, donde afirma que los riesgos laborales incluyen la falta de atención y cuidado, el comportamiento omisivo por parte del empresario, la falta de control de las normas, la carencia de protocolos de seguridad, la falta de charlas formativas y educación, la falta de instrumentos y equipos adecuados para realizar una tarea [17]. Tomando en cuenta lo antes dicho, se procede a completar el Check List de diagnóstico y se obtiene un puntaje de 36%, lo que indica un grado de cumplimiento insuficiente de los prerrequisitos para la gestión de la seguridad ocupacional. Tomando en cuenta a Rivera, que recomienda que para realizar mejoras continuas en la gestión de seguridad se debería retroalimentar los datos recolectados mediante una lista de chequeo en función al ciclo Deming dentro del área, resaltando que la rápida aplicación y constantes capacitaciones evitan contratiempos; mejorando de tal manera

los indicadores de salud [18]. Al igual que Tumialan, en su investigación se observó que, mediante una capacitación constante a los empleados, el uso adecuado de herramientas de gestión de seguridad y salud logró gestionar de manera efectiva la seguridad y salud ocupacional. Por lo tanto, se determina que llevando a cabo las inspecciones y medidas indicadas se influye significativamente en el nivel de riesgos laborales en las empresas.

En cuanto al diseño de mejoras en seguridad y salud en el trabajo, según Tumialan [19], en su estudio determinó que aplicando herramientas de ingeniería como el IPERC y el mapeo de riesgos en minería se logra gestionar los riesgos y reducirlos. Asimismo, en el estudio determinó el importante papel que juega cada uno de los trabajadores mineros para adaptarse a las normativas y protocolos de seguridad. Simeón [20] afirma que el desarrollo e implementación de un plan de capacitación para los trabajadores mineros garantiza un mayor control en el proceso de las tareas de alto riesgo en la mina. Se encontró similitud con la investigación de Siccha [21], quien demuestra que la aplicación del IPERC mitiga significativamente el número de sucesos peligrosos que resultan en incapacidad permanente y una acelerada tendencia a la baja; lo que indica que existe la posibilidad de llegar al 0%. Ahora bien, en este resultado la capacitación impartida a los trabajadores de las procesadoras nos lleva a la conclusión de que, para tener un efecto positivo en la reducción de riesgos laborales, no solo basta con la aplicación de la técnica propuesta, sino que además cuando la herramienta IPERC es utilizada adecuadamente, el índice de frecuencia baja de 208,3 a 52,5, y el índice de gravedad baja de 644 a 165.

Para determinar el impacto de la mejora, se consideró la aplicación de la matriz IPERC con medidas de control, el diseño del mapa de riesgos y un plan de acción para las capacitaciones. Aplicando estas herramientas, se obtuvo la reducción de riesgos fatales de 16% a 0%. Este resultado tiene similitud con el estudio de Rodríguez [22], que, al ejecutar un sistema de seguridad y salud en una empresa pesquera, incluía procesos administrativos y controles de ingeniería. Uno de ellos, la aplicación de la matriz de Post-Test IPERC, demostró que redujo el nivel de riesgos laborales en un 67%. En este estudio, los riesgos permanentes se redujeron de 63% a 17%. Además, se estimó que el tipo de riesgos mecánicos de acuerdo con su severidad pasó de fatales 24,3% a 0%, permanentes de 59,4% a 25% y consecuencias. Así mismo, los riesgos físicos se lograron reducir en 69.7% a 0% de severidad permanente y los riesgos psicosociales pasan de nivel fatal con 8.6% a un 0%. Esto contrasta con Ulfe [23], en su investigación llegó a la conclusión de que mediante el cumplimiento de la legislación N°29783 en una empresa pesquera, se logra una disminución significativa del 67% al 5% en los accidentes con riesgos significativos. Esto demuestra claramente la reducción notable de los riesgos laborales, estimando una disminución del 92% en general. Para corroborar la mejora, se volvió a aplicar la lista de

comprobación y se obtuvo un resultado de 88%, es decir con un puntaje satisfactorio en el cumplimiento de los requisitos de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

V. CONCLUSIONES

La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es una responsabilidad latente en cada una de las empresas. En el caso del sector minero peruano, existen muchas oportunidades de mejora sobre este tema, sobre todo considerando que la actividad minera es uno de los principales motores en la economía peruana. El diagnóstico del estudio determinó incumplimiento en el sistema de gestión y salud laboral, lo que a su vez incrementaba el nivel de riesgo de cada tarea operativa.

Sin embargo, los resultados de la investigación han demostrado que una adecuada gestión logra una reducción importante en los riesgos de una empresa minera. La comparación de los riesgos iniciales y los riesgos residuales demostró que los riesgos fatales pasaban de un 16% a un 0%, en el caso de los riesgos permanentes, se obtenía una reducción del 43%, mientras que los riesgos temporales pasaban de un 21% a un 83%. La mediana del riesgo inicial pasó de 13 puntos a una mediana de 17 en el riesgo residual, según la escala establecida para el estudio. Dicha reducción fue estadísticamente significativa, por lo que se puede asegurar una confiabilidad del 95% en los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- [1] R. Ríos, "Minería en América Latina y el Caribe, un Enfoque Socioambiental," *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 21, no. 2, pp. 617-631, julio-diciembre 2018.
- [2] R. Huamán, "Gestión de riesgos para reducir accidentes en la E.C.M. Gestión Minera Integral S.A.C. - CIA. Minera Alpayana S.A.," 2020. [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6228/t010_4_8_335762_t%20\(2\).pdf?sequence=1](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6228/t010_4_8_335762_t%20(2).pdf?sequence=1)
- [3] G. Miñan, J. Monja, O. Gonzales, W. Simpalo, & W. Castillo, "Gestión de riesgos implementando la ley peruana 29783 en una empresa pesquera," *Ingeniería Industrial*, vol. 41, no. 3, diciembre 2020.
- [4] C. Zambrano, & D. Mendoza, "Analysis of the implementation of occupational safety and health standards at manufacturing companies in the city of Valledupar," *Brasileira de Medicina do Trabalho: publicação oficial em Associação Nacional de Medicina do Trabalho-AnamT*, vol. 19, no. 3, pp. 290-298, 2021.
- [5] S. Hernández, & D. Duana, "Técnicas e instrumentos de recolección de datos," *Boletín científico de las ciencias económico-administrativas del ICEA*, vol. 9, no. 17, pp. 51-53, diciembre 2020.
- [6] E. Nieto, Tipos de investigación, 2018. <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/usdg/34/1/tipos-de-investigacion.pdf>
- [7] C. Chupillón, "Diseño de un sistema de seguridad y salud en el trabajo según ley 29783 para reducir accidentes en la empresa AutoMap ingenieros SRL- Cajamarca - 2018" <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13560/chupill%20c3%b3n%20rodr%20c3%adguez%20carlos%20eduardo.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [8] J. Arias, M. Villasis, & M. Miranda, "El protocolo de investigación III: la población de estudio" *Alergia México*, vol.63, no. 2, pp. 201-206, 2016.
- [9] C. Pillpe, Gestión de riesgos críticos de seguridad y salud ocupacional en minería subterránea, 2018. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1967-pillpe%20c-ext.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [10] H. Ávila, M. González, & S. Licea, La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica? 2020 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7692391#aai:~:text=1a%20entrevista%20y%20la%20encuesta%2c%20generalmente%2c%20se%20han%20considerado%20como,investigaci%2c%20pedag%2c%20b3gica%2c%20como%20ciencia%20social>
- [11] C. Martínez, Investigación descriptiva: definición, tipos y características, 2018. <https://www.Lifeder.com/investigación-descriptiva>.
- [12] Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo. Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo al 2030-DECRETO SUPREMO-N° 018-2021-TR. 2021. Elperuano.pe. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-la-politica-nacional-de-seguridad-decreto-supremo-n-018-2021-tr-1976342-1/>
- [13] M. Vallejo, G. Villa, & E. Cevallos, "Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, para la empresa de vialidad IMBAVIAL EP Provincia de Imbabura," *Industrial data*, vol. 20, no. 1, pp. 17-26, Mayo 2017.
- [14] O. Contreras, & J. Lesmez, "Enmarcando la seguridad y la salud en el trabajo: entre lo reglamentario, lo estratégico y lo moral", *Revista Escuela de Administración de Negocios*, no. 90, pp. 101-122, Mayo 2021.
- [15] J. Cangahuala, & V. Salas, "Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para la prevención de accidentes laborales en empresas mineras", *LLamkasun: Revista de Investigación Científica y Tecnológica*, vol.3, no. 1, pp. 112-118, Enero-junio 2022.
- [16] N. Calderón Grisales, L. Trujillo & Parra Osorio, L. (2021). Sentencias por culpa patronal en accidentes de trabajo en Colombia. una mirada desde la seguridad y la salud en el trabajo. *VIEI*, vol. 16, no. 2, Agosto 2021.
- [17] A. Talavera, Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional para minimizar los riesgos en la operación de muestreo de concentrado de cobre empresa SGS del Perú, 2019. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1617>
- [18] W. Rivera, Implementación de un SIG de SSOMA basado en normas técnicas y legales vigentes en empresa minera ARUNTANI S. A. C.-Unidad Acumulación Andrés Jessica, pp. 205, Perú, 2017.
- [19] P. Tumialan, & J. Delgado, Implementación de medidas y controles para una apropiada gestión de SSOMA en las operaciones de perforación diamantina en la E.C.M. Redrilsa, unidad minera Yauricocha, 2021. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10042/1/iv_f_in_110_te_delgado_tumialan_2021.pdf
- [20] E. Simeón, Aplicación de la matriz IPERC-base para reducir los accidentes e incidentes en la procesadora Leslie Samanco S.A.C. - Chimbote, <https://repositorio.unjfc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5689/ernesto%20junior%20simeon%20valladares.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [21] C. Siccha, & E. Mogollón, Aplicación de herramienta IPERC para reducir accidentabilidad en el área de flota de pesquera Cantabria S.A., Coishco, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86311>
- [22] Y. Rodríguez, & J. Molano, "Adaptación de una herramienta para la evaluación de la gestión de la salud y seguridad en el trabajo," *el Hombre y la máquina*, no. 40, pp. 7-21, septiembre-diciembre 2012.
- [23] R. Ulfe, Implementación de un sistema de seguridad y salud en el trabajo según la ley 29783 para la reducción de accidentes en una empresa pesquera de la ciudad de Chimbote año 2021. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28874/brayan%20rossy%20ulfe%20sanchez_total.pdf?sequence=1