

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Aplicación de los controles críticos de seguridad para prevenir  
los accidentes en la construcción del canal de coronación de  
la presa de relave - Minera Atacocha**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Edgar Eduardo COTRINA SANTIAGO**

**Asesor:**

**Msc. Ing. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ**

**Cerro de Pasco – Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Aplicación de los controles críticos de seguridad para prevenir  
los accidentes en la construcción del canal de coronación de  
la presa de relave - Minera Atacocha**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Vicente César DAVILA  
CORDOVA  
PRESIDENTE

---

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES  
CHAGUA MIEMBRO

---

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

La presente investigación lo dedico a mi Madre y a mis hermanos(a) Gerardo, Juan y Rosa, quienes fueron los pilares de la cristalización de mi profesión.

A mi esposa Norly por su amor y dedicación y a mi hijo Fabrizio por ser mi motivación para poder superarme y a quienes llevo en mi corazón todos los días de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mí madre Domitila que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ella con el cariño me ha impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También es quien me ha brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Por último, agradecer a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título.

## RESUMEN

La presente Investigación está de acuerdo a los requerimientos o al reglamento que exige los estándares de seguridad para su efecto:

La aplicación de los Controles Críticos de Seguridad para Prevenir los Accidentes en la Construcción del Canal de Coronación de la Presa de Relave de la Minera Atacocha.

Basado en el criterio del control para su ejecución teniendo en consideración los riesgos que se presentan, es de vital importancia difundir los controles de seguridad ya que nos permite tener como base para la planificación y toma de decisiones, antes y durante su ejecución, que con visión de modernidad genera el desarrollo económico y social, la seguridad y el bienestar de la población en armonía con el medio ambiente.

La seguridad y protección es responsabilidad de todos y por consiguiente la solución a su problemática, pasa por contar con un nuevo enfoque que incluya: un diagnóstico que identifique los procesos de su desarrollo, y señale la potencialidad de los riesgos, lo cual nos permita solucionar problemas que asegure la satisfacción de las necesidades presentes y futuras, sobre la base de una responsabilidad compartida (Inche Chávez, 2018).

La elaboración de esta Tesis, constituye un aporte interesante para la aplicación de los controles críticos de seguridad en las diferentes áreas de la mina, así mismo ayudara como referencia para otras unidades mineras, que siguiendo su metodología o adecuándolas en sus procesos, tendrán la difusión de los controles de seguridad, para reducir los riesgos y la prevención de accidentes.

**Palabras Clave:** Controles críticos, prevención, seguridad.

## ABSTRACT

This Research is in accordance with the requirements or regulations that require safety standards for its purpose:

The Dissemination of the application of Critical Safety Controls to Prevent Accidents in the Construction of the Coronation Canal of the Tailings Dam of the Atacocha Mining Company.

Based on the criterion of control for its execution taking into account the risks that arise, it is of vital importance to disseminate the security controls since it allows us to have as a basis for planning and decision-making, before and during its execution, which with a vision of modernity generates economic and social development, the safety and well-being of the population in harmony with the environment.

Safety and security is everyone's responsibility and therefore the solution to their problems is to have a new approach that includes: a diagnosis that identifies the processes of their development, and points out the potential of the risks, which allows us to solve problems that ensure the satisfaction of present and future needs, on the basis of a shared responsibility.

The elaboration of this Thesis, constitutes an interesting contribution for the application of critical safety controls in the different areas of the mine, also will help as a reference for other mining units, which following their methodology or adapting them in their processes, will have the dissemination of safety controls, to reduce risks and the prevention of accidents.

**Keywords.** Safety, accidents, application, controls.

## INTRODUCCIÓN

Los Riesgos Críticos se caracterizan por ser actividades consideradas de alto riesgo por ser los causantes de accidentes en la minería.

La Minera Atacocha, en el mecanismo de Gestión del riesgo de desastres, y en el plan de prevenir amenaza, liderado por área de seguridad, con el fin de evaluar las todas las áreas de contingencia de la presa de relave para identificar las zonas que presenten algún tipo de amenaza natural o antrópica. Por ello, la empresa para realizar el estudio y diseño del canal de coronación de la presa de relave, tomo en consideración realizar una evaluación geológica, geotécnica, hidráulica y estructural de toda la zona que comprende la ejecución del Canal de Coronación. El alcance del presente Proyecto es efectuar una adecuada difusión de los riesgos críticos y los controles que deben de dar para prevenir accidentes en la ejecución del canal, por lo tanto, es fundamental recopilar, revisar y analizar la información disponible tanto geológica como geotécnica y topográfica de la zona. Igualmente, se revisará la información con respecto a las zonas de contingencia del área en construcción, información disponible para tener un referente con respecto a las condiciones que se tiene con las comunidades aledañas para reducir la posibilidad de ocurrencia de accidentes y asegurará que la población ubicada en el área de influencia del proyecto cuente con una información adecuada de los controles de seguridad que se están efectuando, teniendo en consideración: La difusión de la aplicación de los controles críticos permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

En el proyecto, el trabajo será desarrollado de la siguiente manera: lo primero será realizar el Diagnóstico para poder tener alternativas que nos puedan ayudar a su control y a minimizar los riesgos y seguidamente se efectuara la difusión de la aplicación de los controles críticos a tener en cuenta para prevenir los accidentes y por ende el mejoramiento de la situación encontrada, acatando los parámetros de calidad exigidos por la normatividad aplicable del Sistema de Gestión de Seguridad. Finalmente, efectuaremos la medición de lo realizado para determinar el grado de efectividad del

proceso de difusión en la aplicación de los controles críticos y su consiguiente resultado de la reducción de accidentes en la construcción del Canal de Coronación de la Minera Atacocha. Durante la ejecución del proyecto se realizarán reuniones para evaluar y aprobar los parámetros de efectividad, de la difusión de los controles críticos para prevenir los accidentes durante la construcción del Canal de Coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

EL AUTOR



## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.	IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA .....	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.2.1.	Aspectos Generales de Minera Atacocha .....	3
1.2.2.	Ubicación y Acceso.....	3
1.2.3.	Topografía y Fisiografía .....	8
1.2.4.	Clima .....	8
1.2.5.	Geología Regional.....	8
1.2.6.	Geología Estructural y Tectónica .....	13
1.2.7.	Geología Local .....	17
1.2.8.	Geología Económica .....	19
1.2.9.	Mineralogía.....	20
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	25
1.3.1.	Problema General.....	25
1.3.2.	Problemas específicos.....	25
1.4.	FORMULACION DE LOS OBJETIVOS.....	25
1.4.1.	Objetivo general.....	25
1.4.2.	Objetivos específicos.....	25
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION .....	26

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	27
2.2.1.	Antecedentes nacionales.....	27
2.2.2.	Antecedentes internacionales.....	28
2.2.	BASES TEÓRICAS-CIENTÍFICAS.....	29
2.2.1.	Prevención de Accidentes y Situación de Riesgo.....	29
2.2.2.	Mejora Continua.....	33
2.2.3.	Método Six Sigma.....	36
2.2.4.	Herramienta de Seguridad “Habla Fácil”.....	38
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	41
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	43
2.4.1.	Hipótesis General.....	43
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	43
2.5.	IDENTIFICACION DE VARIABLES.....	43
2.5.1.	Variable Dependiente.....	44
2.5.2.	Variables Independientes.....	44
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	44
2.6.1.	Indicadores de la Hipótesis General.....	44
2.6.2.	Indicadores de las Hipótesis Secundarias.....	45
2.6.3.	Definición Operacional de la Variable Independiente.....	46
2.6.4.	Definición Operacional de la Variable Dependiente.....	46

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	48
3.5.1.	Población.....	48
3.5.2.	Muestra.....	48

3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	49
3.6.1.	Técnicas.....	49
3.6.2.	Instrumentos.....	49
3.7.	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	50
3.8.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	50
3.9.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	50
3.10.	ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA .....	50

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	53
4.1.1.	Proceso de Aplicación de Controles Críticos de Seguridad.....	53
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	61
4.2.1.	Controles Críticos .....	61
4.2.2.	Accidentes Durante el Período 2018 - 2021.....	65
4.2.3.	Diagnóstico Situacional de la Aplicación de Controles Críticos .....	66
4.2.4.	Compromiso de Involucramiento de Controles Críticos.....	67
4.3.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	70
4.3.1.	Hipótesis General .....	70
4.3.2.	Hipótesis Específicas.....	76
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	82

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación nacional - departamental de Minera Atacocha.....	5
Figura 2 Plano de localización de Minera Atacocha.....	6
Figura 3. Plano de accesibilidad de Minera Atacocha.....	7
Figura 4 Mapa geológico regional de Minera Atacocha.....	16
Figura 5 Mapa geológico local de Minera Atacocha.....	18
Figura 6 Perfiles geológicos de Minera Atacocha.....	21
Figura 7 Columna estratigráfica de Minera Atacocha.....	24
Figura 8 Árbol de controles críticos.....	62
Figura 9 Gráfico Q-Q plot de la prueba de normalidad.....	73
Figura 10. Gráfico de barras de los defectos-pre de la gestión de controles críticos de seguridad.....	75
Figura 11 Gráfico de barras de los defectos-post de la gestión de controles críticos de seguridad.....	76
Figura 12 Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión de controles críticos de seguridad.....	77
Figura 13 Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión de controles críticos de seguridad.....	79
Figura 14. Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión de controles críticos de seguridad.....	80
Figura 15 Gráfico de barras de los defectos pre de la gestión de controles críticos de seguridad.....	81
Figura 16 Gráfico de barras de defectos post de la gestión de controles críticos de seguridad.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mineralogía de Minera Atacocha.....	20
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	47
Tabla 3. Defectos o fallos en el estudio Pre y Post. ....	70
Tabla 4. Definición de variables. ....	71
Tabla 5. Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk).....	73
Tabla 6.Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	74
Tabla 7.Criterios para el coeficiente de correlación de rango biserial.....	74
Tabla 8.Indicadores estadísticos de los grupos relacionados.....	75
Tabla 9.Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	77
Tabla 10. Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	78
Tabla 11.Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	80
Tabla 12. Criterio de evaluación de severidad. ....	90
Tabla 13. Criterio de evaluación de probabilidad.....	91
Tabla 14. Criterio de probabilidad versus severidad.....	91
Tabla 15. Nivel de riesgo. ....	92

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA**

El área de seguridad minera (ASM), presentó el 31 de enero del 2021 el informe estadístico de los accidentes fatales, leves de la mediana y gran minería, en el cual se puede notar el récord de accidentes fatales del 2016, en el que sucedió 21 accidentes, el 2017 se tuvo 25 accidentes, en el 2018 fueron 20 accidentes, el 2019 se tuvo 30 accidentes mortales, el 2020 sucedió 19 accidentes fatales, el 2021 solo el mes de enero sucedió 2 accidentes fatales, en total del 2016 al 2021 sucedió 117 accidentes fatales, el (ASM) además hace notar que el porcentaje de accidentes fatales por lugar de accidente es 66 por ciento que sucedió en superficie y un 34 por ciento sucedió en subterránea, por lo tanto 78 accidentes fatales sucedieron en superficie y 39 accidentes fatales sucedió en subterránea. (Osinermin, 2021)

Considerando los estándares del SGS (Sistema de Gestión de Seguridad) el área de seguridad de la Minera Atacocha su principal objetivo es prevenir accidentes y riesgos en el trabajo, por lo que se utiliza para el reporte y control de situaciones subestándares cuatro tipos de clasificaciones: Comportamientos de riesgo, casi accidentes, condiciones de riesgos y el derecho a decir no.

El plan de acción es llenado por el supervisor, él entrega al digitador que envía el reporte al superintendente que con a la gerencia tomaran cartas en el asunto. El compromiso de la seguridad debe ser reconocido por los trabajadores; muy a pesar de todo lo actuado se continúa con los accidentes en la unidad Atacocha y en la construcción del canal de coronación de la relavera (Cardoza Ramos, 2019).

El 11 de febrero del 2020 un trabajador de servicios mina sufre un accidente de potencial 4, como consecuencia sufre un trauma craneal leve y desprendimiento de la retina.

Investigando el accidente se observa que se realizaron 2 reportes de la herramienta de seguridad analizando la información solo producen más riesgos y exponen a más accidentes por la mala información y capacitación de los que reportaron, el reporte menciona el potencial de gravedad 1 nos indica que no es primordial su levantamiento, al reportar como acción de bloqueo limpieza de labor no elimina el riesgo cuando debió reportar inmediatamente “bloqueo de la labor” cuando el responsable es el área de servicios mina quienes están capacitados en limpieza de lama y mantenimiento de vías en interior mina. (Ricse Atanacio, 2022).

El 12 de febrero del 2020 un operador de volquete de la contrata Martínez sufre un accidente de potencial 4, sufriendo una herida contusa del tercer dedo de la mano derecha, al investigar el incidente se ve que se realizó un reporte de la herramienta de seguridad “habla fácil” en el cual reporta que la Tolva del volquete está en pésimas condiciones, reporta de la siguiente manera: Clasificación “derecho a decir no”, potencial en gravedad 2, acción en bloqueo no escribe nada, plan de acción no escribe nada al responsable ni área, por lo que analizando el reporte no aporta nada para prevenir riesgos y accidentes a falta de información y capacitación del personal. (Ricse Atanacio, 2022).

Al aplicar la pirámide en control de riesgos de la teoría de la causalidad de Frank Bird es muy importante saber los mínimos incidentes y reportar

correctamente para así prevenir accidentes y situaciones de riesgo, al analizar los reportes de la herramienta de seguridad se puede identificar que los trabajadores no están capacitados en el correcto relleno de la herramienta de los controles críticos, por lo que no garantiza un reporte confiable que brinde un soporte mínimo en la prevención de accidentes y situaciones de riesgo.

La Minera Atacocha actualmente Nexa Resources está aplicando la mejora continua en los procesos de su operación, metodologías como el Ciclo PDCA, los cinco (5) porqués, Six Sigma, con el objetivo de reducir costos operativos, y lograr el alza de sus metas de producción, como también aplica las cinco fases del método Six sigma en el área de Operaciones Mina en el acarreo de mineral y desmonte. Muy a pesar de todo ello continua la ocurrencia de accidentes por lo que al haber analizado las debilidades se logra demostrar que falta difundir constantemente la aplicación de los controles críticos a todo el personal referente a los controles críticos de seguridad. Asumiendo todos los nuevos retos que se plantea en la minería, y que el libre mercado, cada vez es más competitivo en lo que respecta a bienes y servicios. En la actualidad las necesidades consumistas del cliente buscan calidad a un menor precio.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Aspectos Generales de Minera Atacocha**

La investigación se desarrolló en la Mina Atacocha S.A.A.-Nexa Resources

### **1.2.2. Ubicación y Acceso**

La Unidad Minera Atacocha S.A.A. se encuentra localizada en el flanco oriental de la Cordillera de los Andes. Exactamente en el paraje de Atacocha, perteneciente al distrito de San Francisco de Yarusyacán, Provincia de Pasco - Departamento de Pasco (Inche Chávez, 2018). Este es un yacimiento minero instalado a 15 km de la ciudad de Cerro de Pasco (Nor-este), sobre los 4,050



msnm, mientras la planta Chicrín, se encuentra ubicada aproximadamente a 3,600 msnm de altitud (Inche Chávez, 2018).

Tiene acceso por la carretera (km 324) central Lima-Huánuco, mientras para ingresar a Chicrín se tiene que pasar por trocha carrozable de 7 km aproximadamente cubriendo un desnivel de 450 m.

Las ciudades y pobladores están asentados en las márgenes de río Huallaga y estas son: Tíclacayán, Chicrín, Aurora, Malauchaca, Quinoa, Cajamarquilla, y Yanapampa (Inche Chávez, 2018).

El ingreso a mina es por el nivel 3600, también el ingreso a mina es por el nivel 3900 y la Rpa. 3570 se realiza con buses o camioneta. Ver Figura 1, Figura 2 y Figura 3.

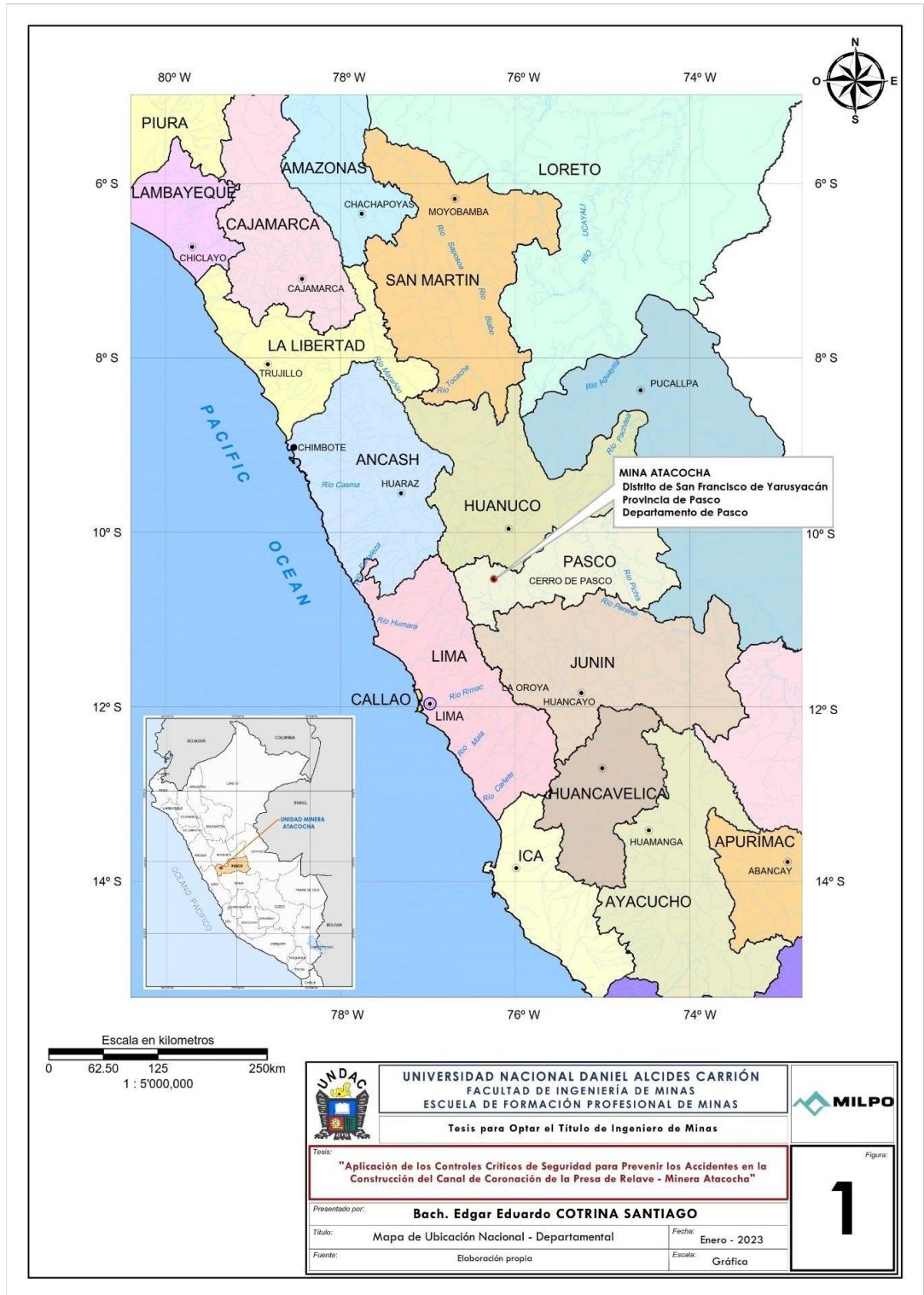


Figura 1. Mapa de ubicación nacional - departamental de Minera Atacocha.

Fuente: Mapa Político del Perú, elaboración propia.

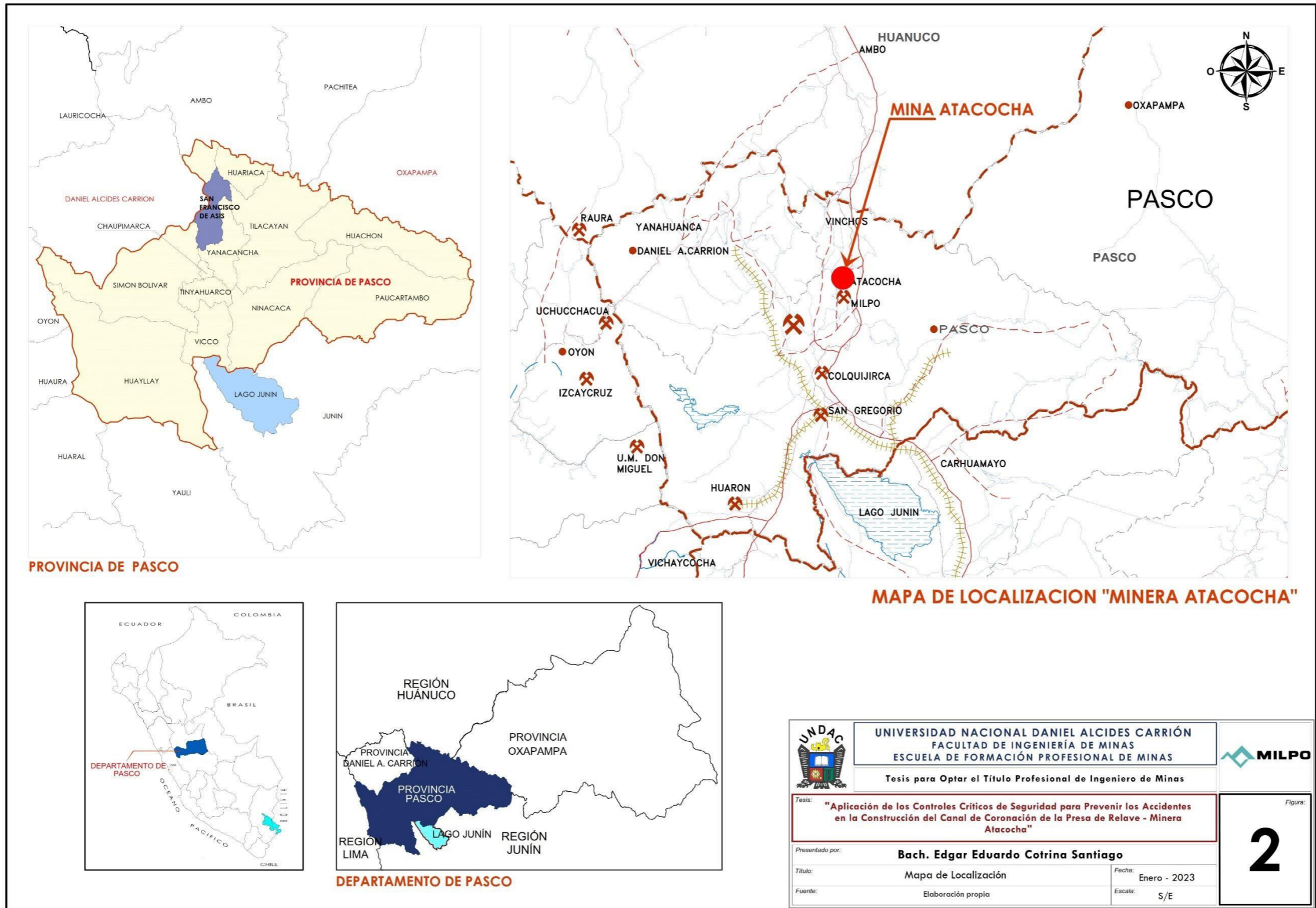


Figura 2 Plano de localización de Minera Atacocha.

Fuente: Elaboración propia.

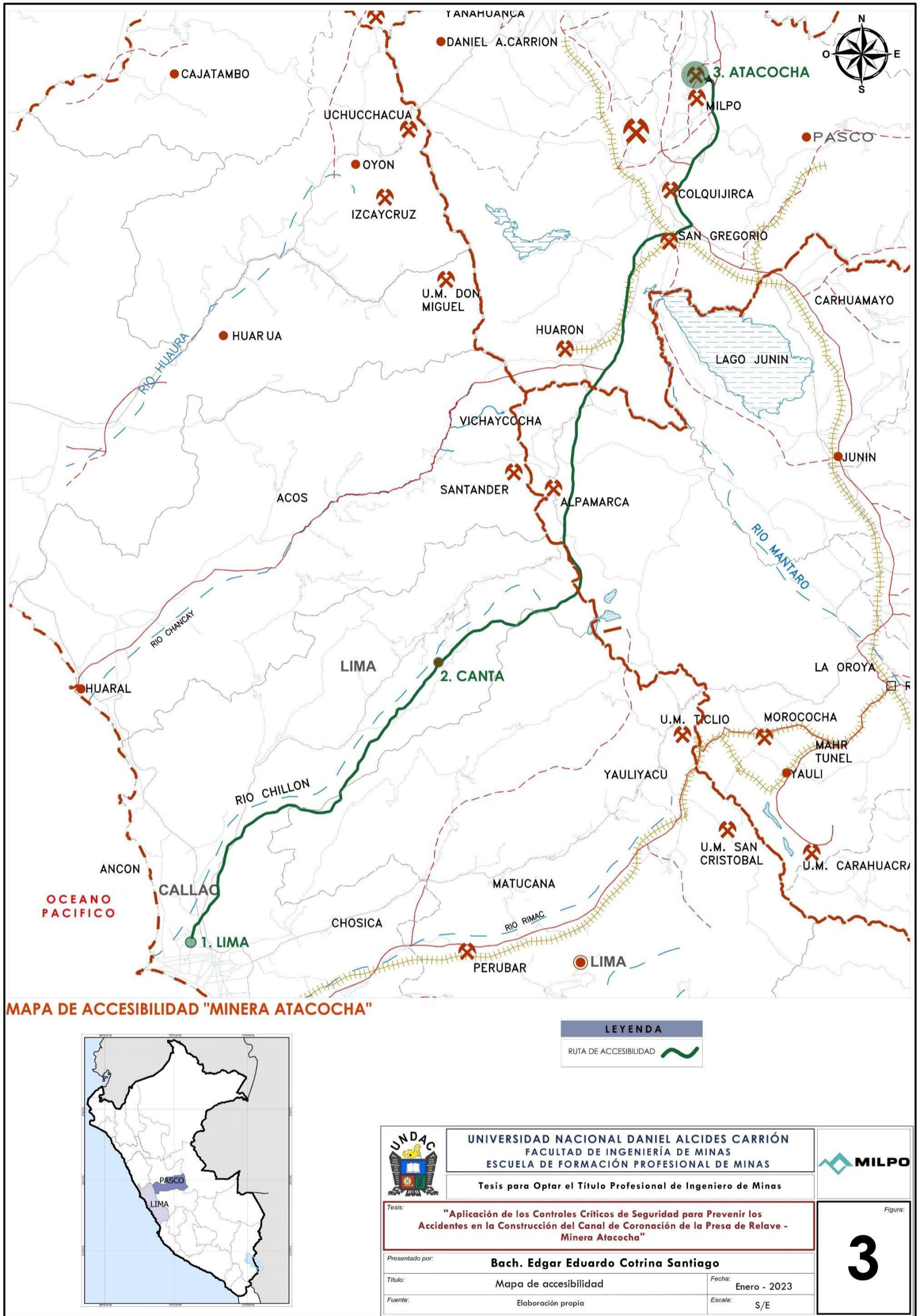


Figura 3. Plano de accesibilidad de Minera Atacocha.

Fuente: Elaboración propia.

### **1.2.3. Topografía y Fisiografía**

La unidad minera Atacocha – Nexa Resources está ubicada en el Centro del Perú, en la Cordillera Occidental, muy cerca al Nudo de Pasco y existen hasta tres zonas morfológicas muy distintas entre sí, la superficie Puna, la zona Cordillerana y la zona de Valles Peri glaciales.

Terreno accidentado, valles largos y profundos, pendientes estrechas y empinadas. El terreno está interrumpido por suaves pendientes y ríos dispersos. Los principales valles de los ríos generalmente tienen una pendiente de norte a sur.

La topografía se caracteriza por relieves muy elevados, alcanzando altitudes de hasta 4.500 me. Las pendientes del terreno del área de estudio varían de 200 metros a más de 400 metros y están delimitadas por el río Tingo al oeste, el río Huallaga al este, la comunidad de Yarusyacán al norte y la unidad minera Milpo al sur.

Está flanqueado por empinadas laderas rocosas.

### **1.2.4. Clima**

Según la clasificación de Javier Pulgar Vidal pertenece a la región puna o jaca, el clima de Atacocha es típico de la sierra del Perú, siendo un clima frío y seco durante todo el año con una estación lluviosa que ocurre entre diciembre y abril (Pulgar, 1967).

Las temperaturas tienen variaciones durante el día y la noche, sin embargo, en invierno las variaciones diarias son bastante. La temperatura varía entre 0°C y 25°C, mientras que la temperatura promedio anual diurna se estima en 11.5 °C. también las precipitaciones se estiman durante 4 a 5 meses (Diciembre – Marzo) en forma de lluvias, granizos o nevadas (Reyes Marroquin, 2019).

### **1.2.5. Geología Regional**

#### **GRUPO MITU (PÉRMICO SUPERIOR-TRIÁSICO INFERIOR)**

Mc Laughlin en la hoja de ambo conceptualizan como Grupo Mitú a unas detríticas secuenciales de color rojo muy cercano a Chacayán. Además, un cuadrángulo de Cerro de Pasco, la base del grupo mitu está asentada en la hacienda Huanca en Colquijirca (oeste), las fallas de grupo mitu varían bruscamente, siendo que los que muestran mayor espesor están contenidas dentro de las fallas de Milpo - Atacocha – Ninacaca y Cerro de Pasco con unos 2000 metros y el menor San Miguel (al norte) de Chuchis con 50 metros. Otros paisajes que fueron identificados son la hacienda Huanca 650 m, al este de Carhuamayo 400m, al oeste de Colquijirca 600m (Rodríguez Mejía et al., 2011).

### **GRUPO PUCARÁ: TRIÁSICO SUPERIOR-JURÁSICO INFERIOR**

#### **FORMACIÓN CHAMBARÁ (Noriano-Reatiano)**

Mégard nombro a las calizas inferior del grupo pucara como formación Chambará, esto aflorando al este de la falla de Cerro de Pasco, la formación Chambará se encuentra a la secuencia continentales del grupo Mitu, y el espesor de las fallas sobrepasa la 1200 m en la falla Milpo Atacocha y Cerro de Pasco, 750 m al este de Carhuamayo. (Rodríguez Mejía, 2011).

En la margen izquierda del valle del río Huallaga, a la altura de Chicrín, están escarpados por el buzamiento de los estratos plegados (Rodríguez Mejía et al., 2011). Se formó en el Triásico superior (Rodríguez Mejía et al., 2011).

#### **FORMACIÓN ARAMACHAY (Hetangiano- Inemuriano)**

Mégard definió a la formación Aramachay en el cuadrángulo de Huancayo, pero en esta zona se ve el afloramiento al este de esta falla de Cerro de Pasco y al oeste de Junín, litológicamente de diferencia en 3 dominios (Rodríguez Mejía, 2011):

1. El primero este contenido dentro del dominio oriental, con un espesor de falla de 50 m al este de Tlacayán y al Noreste de Carhuamayo, conformado por estratos lutitas negras intercalados con caliza gris oscuro olor fétido.

2. Dominio Nororiental, que sobrepasa el espesor de falla de 400m, observada en ambas fallas de Cerro de Pasco y Milpo – Atacocha, el cual está constituido usualmente por calizas, estrato ondulado, negritas y lutitas.
3. Dominio Suroccidental al sur de la hacienda Diezmo Viejo, conformado por areniscas limosas amarillentas con estratos de 30cm.

### **FORMACIÓN CHAYLLACATANA (Albiano inferior)**

Primero estudio Mc Laughlin (1924); luego Steinmann (1930), quien denomina como Formación Andina; Yates (1951) la denominan volcánicos Chayllacatana. Después, Mégard (1968) reconoce a esta unidad y Romero (2004) presentan interpretaciones durante el Albiano inferior del Perú central.

En el mapa antiguo del Cuadrángulo de Cerro de Pasco, la Formación Chayllacatana fue cartografiada como parte del Grupo Goyllarisquizga. (Rodríguez Mejía, 2011).

1. En el Dominio Nororiental, entre Milpo, Atacocha, Paraíso, Tíclacayán y el cerro Parará, la falla tiene 130 m de espesor.
2. En el Dominio Suroccidental, al oeste del lago Junín, la Formación Chayllacatana tiene una falla 150 m de espesor.
3. En el Dominio Central, la empresa RTZ Manning and Exploration realizó tres perforaciones diamantinas que atravesaron una secuencia vulcano-sedimentaria a la cual le denominaron como Grupo Mitú, en el caserío de Cochamarca (quebrada Jara chuco) (Rodríguez Mejía et al., 2011).

### **FORMACIÓN CHÚLEC (Albiano)**

Primero fue estudiado por Mc Laughlin (1924), en la región central del Perú, lo llamó calizas Machay.

Luego por Benavides (1956) lo eleva de categoría a Formación Chúlec.

En el cuadrángulo de Cerro de Pasco, la Formación Chúlec aflora en 3 Dominios (Rodríguez Mejía et al., 2011).

1. Dominio Occidental, en la parte noroeste de la hoja 22- k, la fallatiene 300 m de espesor y se encuentra por debajo del Grupo Goyllarisquizga (Rodríguez Mejía et al., 2011).
2. Dominio Nororiental, en el sinclinal de Milpo-Atacocha y Paraíso, llegar a los 200 m de espesor se encuentra sobre la Formación Chayllacatana. Al este de La Quinoa y Pariamarca, se encuentra la Formación Chayllacatana.
3. Dominio Suroccidental, la falla aflora 30 m de espesor de caliza, cerca al poblado de Huaygagam. (Rodríguez Mejía, 2011).

### **FORMACIÓN PARIATAMBO.**

Primero fue estudiado por Mc Laughlin (1924), fue descrita como miembro superior de la Formación Machay.

Luego por Benavides (1956) lo eleva de categoría a Formación Pariatambo.

El nombre proviene del paraje de Pariatambo cerca del poblado de La Oroya, en el departamento de Junín

Dominios Occidental y Nororiental, la Formación Pariatambo sobreyace a la Formación Chúlec e infrayace a la Formación Jumasha.

Dominio Nororiental, puede llegar a medir 50 m de espesor que esta entre Milpo, Atacocha, Paraíso y los alrededores de Pariamarca, debajode la Formación Jumasha y sobre la Formación Chúlec, se ha cartografiado como Formación Pariatambo compuesta de lutitas yareniscas.

Dominio Suroccidental, al sur de la hacienda Diezmo Viejo, se tiene una secuencia de calizas cuya edad corresponden a la Formación Pariatambo, pero por su litología y calidad de afloramientos se encuentra en la Formación Chúlec (Rodríguez Mejía, 2011).



## **Rocas Intrusivas**

Localizada al NE del área de estudio, fundamentalmente en la hoja 22-k, I. Los cuerpos oligocénicos afloran como stocks en sistema de fallas Atacocha-Milpo-Ninacaca. Forman una franja con dirección NNO-SSE, la cual se proyecta desde Vinchos por el noroeste, pasando por Atacocha-Milpo, La Quinoa, Canchac, Palac, Mariac, hasta el este Carhuamayo. (Rodríguez Mejía, 2011)

### **Stocks de Milpo-Atacocha**

Los stocks de Milpo y Atacocha incluyen las calizas del Grupo Pucará, areniscas de la Formación Chimú del Grupo Goyllarisquizga. Estos cuerpos fueron controlados por la actividad de las fallas de dirección N-S, que forman parte del sistema de fallas Atacocha-Milpo-Ninacaca. (Rodríguez Mejía, 2011) Gunnesch (1988), en el área Milpo-Atacocha, determina petrográficamente hasta 6 variaciones litológicas.

1. Pórfidos dioríticos con hornblenda.
2. Pórfidos dioríticos con hornblenda y biotita.
3. Pórfidos granodioríticos con hornblenda.
4. Pórfidos granodioríticos o tonalitas con biotita.
5. Hornblenda, micro granodioritas.
6. Lamprófidios" (Rodríguez Mejía et al., 2011).

### **Depósitos Cuaternarios**

- a) Depósitos morrénicos.

Los depósitos morrénicos son productos de la última glaciación que se encuentra sobre los 4 100 msnm, en forma de lomas con crestas bien definidas (Rodríguez Mejía et al., 2011).

- b) Depósitos aluviales

Los depósitos aluviales son inconsolidados y fueron acumulados por la

combinación de procesos aluvionales y fluviales. Se encuentran principalmente en desembocaduras de quebradas, especialmente en la red hidrográfica del lago Junín compuestas por gravas, arenas y limos.

c) Depósitos Fluvio-glaciares (Q-fg) Depósitos lacustre-aluviales

Estos depósitos se encuentran en orillas de las lagunas donde se realizó el estudio y se relacionan con los depósitos aluviales, compuestos por material orgánico mezclado con grava y limos.

d) Depósitos coluviales

Estos depósitos encontramos en el estudio en la base de las laderas de los cerros, originados por desprendimientos de rocas, derrumbes y deslizamientos, generalmente depósitos mal clasificados, no presentan estratificación y con clastos angulosos bastante arenolimosos.

e) Depósitos antrópicos

Estos depósitos encontramos en varios puntos en nuestro estudio, entre la carretera central Chicrín- Huariaca se encuentra a lado de la planta hidroeléctrica y antes de llegar al centro poblado de Malauchaca, otro se encuentra en la relavera Nv. 4050 antes el centro poblado de Atacocha.

f) Travertinos

Estos depósitos se encuentran cerca de fuentes termales ubicadas en fallas regionales, principalmente en el sistema Atacocha-Milpo-Ninacaca y compuesto por carbonato de calcio en capas.

## **1.2.6. Geología Estructural y Tectónica**

### **Fallas Regionales**

Las fallas regionales del Cuadrángulo de Cerro de Pasco se encuentran en la hoja 22 – K (I, II, III, IV) y tienen su proyección al norte y sur 21 k y 23 k, y forman parte de sistemas de fallas que controlan la evolución geodinámica de cuencas sedimentarias y la mineralización. Estas fallas se originaron desde el Paleozoico superior.

### **Falla Atacocha-Milpo-Ninacaca**

La falla Atacocha-Milpo - Ninacaca es un sistema de fallas de dirección preferentemente N-S a N 165° (Carmen Chico, Paraíso y Laguna Papaná). El buzamiento es mayor a 70° al oeste, con excepción de un ramal que se encuentra en el flanco este del sinclinal de Milpo-Atacocha y Paraíso, que buza al este (Rodríguez Mejía et al., 2011).

### **Comportamiento tectónico**

Las características magmáticas y estratigráficas, en los alrededores de la falla Milpo-Atacocha-Ninacaca estuvo activa desde el Triásico, como también pudo estar activa desde el Pérmico superior (Rodríguez Mejía et al., 2011).

### **Dominios estructurales**

- **Dominio Nororiental**

Está ubicado entre las fallas Cerro de Pasco y Tlacayán y las fallas tienen dirección principal N-S (Rodríguez Mejía et al., 2011).

- **Buzamiento**

El buzamiento es casi vertical con sus niveles de despegue en las rocas del Paleozoico inferior.

- **Pliegues**

Los pliegues tienen dirección N-S, paralela a la dirección de las fallas principales (Rodríguez Mejía et al., 2011).

- **Estratigrafía:**

La estratigrafía está compuesta por los grupos Mitú y Pucará (mayores espesores), seguidos del Grupo Goyllarisquizga, dividido en tres formaciones (Chimú, Santa- Cahuaz y Farrat).

- **Magmatismo**

El magmatismo se encuentra en dos episodios:

- El primero es de la formación Cretácico inferior (efusivo), conformado por andesitas y andesita-basálticas de las formaciones Chayllacatana y Pariatambo (Rodríguez Mejía et al., 2011).
- El segundo es de formación Oligoceno (subvolcánico), conformado por stock de composición dacítica y andesítica de Milpo, Atacocha, y los que están al este de la Quinoa (Rodríguez Mejía et al., 2011).

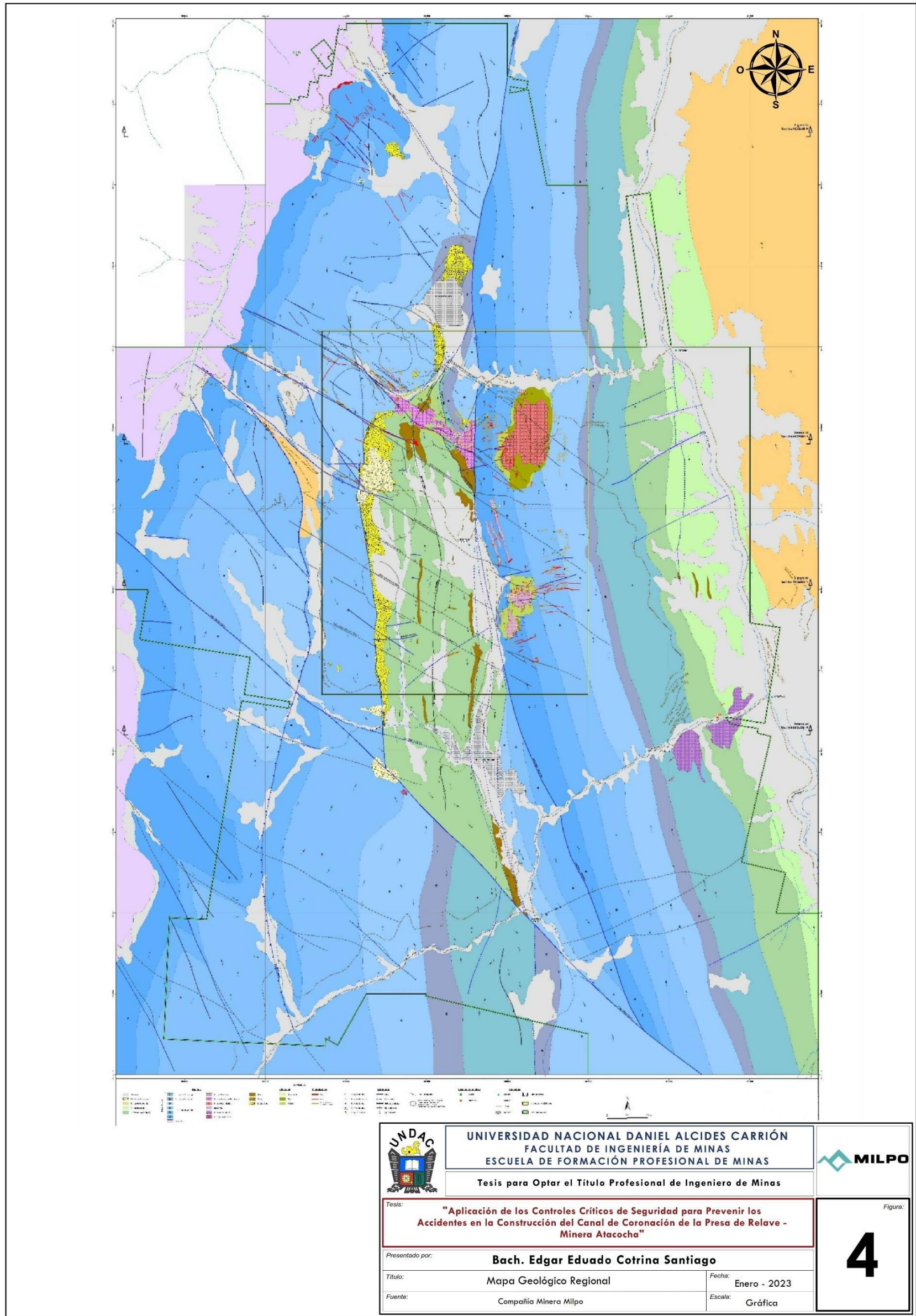


Figura 4 Mapa geológico regional de Minera Atacocha.

### **1.2.7. Geología Local**

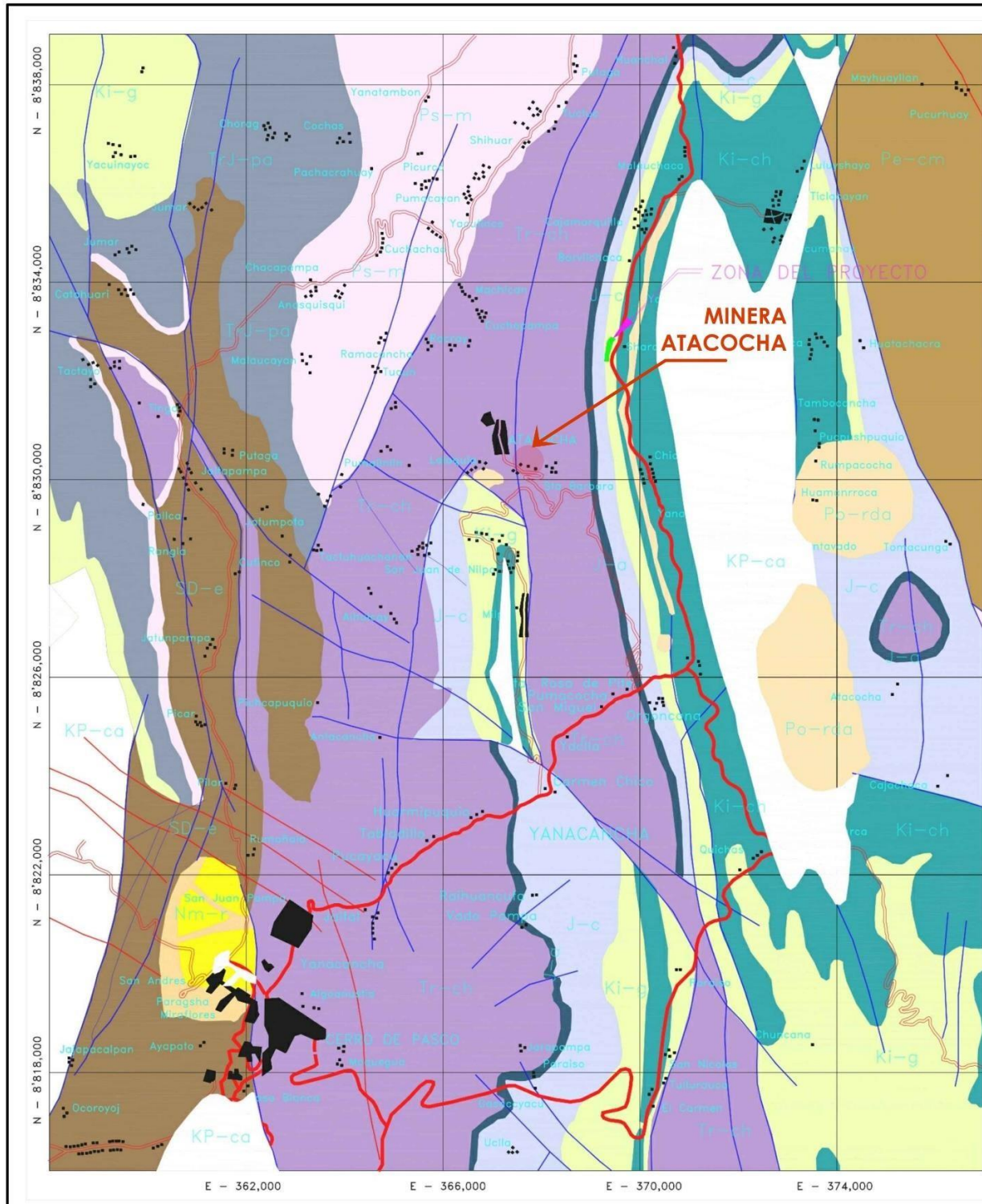
Las laderas occidentales del valle están delineadas predominante por areniscas con algunas bandas intercaladas de piedras calizas. Estas litologías están cubiertas en gran parte por depósitos coluviales, especialmente en el sur y el norte lejano del área, donde las cuestas son más escarpadas.

Las laderas occidentales en la porción central del área no son tan escarpadas y por lo tanto son cubiertas por mezclas de depósitos coluviales y materiales similares que han sido retrabajados por el agua y re-depositados como depósitos aluviales.

Areniscas con bandas intercaladas de piedra caliza son expuestas en las áreas al sur y norte inmediatos de esta región de depósitos coluviales y aluviales mezclados.



Los depósitos aluviales asociados al curso del río Huallaga se encuentran en la base del valle en las áreas hechadas y son la base de la mayoría de los depósitos de relaves existentes.

Una falla de rumbo este - oeste se ha identificado inmediatamente al norte de los actuales depósitos de relaves que forma la rotura de cuesta entre las cuestas más escarpadas en el norte del área y las cuestas levemente más apacibles de la porción central. Ver Figura 5 mapa geológico de Minera Atacocha.



**CUADRO ESTRATIGRAFICO**

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES SEDIMENTARIAS VOLCANICAS METAMORFICAS		UNIDADES INTRUSIVAS	
			SIMBOLOS	DESCRIPCION	SIMBOLOS	HIPABASALES
CEONOZOICA	NEOCENO	Mioceno	Nm-r	Volcánico Rumilaca		
	PALEOCENO				Po-rda	Riodacita
MESOZOICA	CRETACEO	Superior	KP-ca	Formación Casapalca		
		Inferior	Ki-ch	Formación Cholle		
			Ki-g	Grupo Goyllarizquiza		
	JURASICO	Inferior	Tr-j-pa	Grupo Pucara		
		J-a	Grupo Pucara			
		J-c	Grupo Pucara			
		Tr-ch	Grupo Pucara			
PALEOZOICA	PERMICO	Superior	Ps-m	Grupo Mitu		
	DEVONIANO	Superior	SD-ms	Grupo Excelsior		
NEOPROTEZOICO			Pe-cm			

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN</b> FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	
Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas		
<b>Tesis:</b> "Aplicación de los Controles Críticos de Seguridad para Prevenir los Accidentes en la Construcción del Canal de Coronación de la Presa de Relave de la Minera Atacocha"		
<b>Presentado por:</b> Bach. Edgar Eduardo Cotrina Santiago		
<b>Título:</b> MAPA GEOLÓGICO LOCAL		<b>Fecha:</b> Enero - 2023
<b>Fuente:</b> Compañía Minera Atacocha - Elaboración propia		<b>Escala:</b> Gráfica
		Figura: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">5</div>

**Figura 5 Mapa geológico local de Minera Atacocha.**

## 1.2.8. Geología Económica

### Características del Yacimiento

Los depósitos de Mineral de Atacocha son de tres tipos:

#### a) Cuerpos de relleno y reemplazamiento:

**Brechas heterolíticas** en los ores body, (OB (17,15, 18, 23) Veta L, Veta I, Chérchere, Veta San Gerardo) formado por pirita, esfalerita, galena y sulfuros finos y la mena se encuentra en la matriz heterolítica.

**Cuerpos de mármol** el OB 13 cerca a veta 27, formado por una asociación mineralógica de pirita, esfalerita, galena, calcopirita y sulfuros finos, se encuentra en cuerpos de reemplazamiento en skarn de mármol, granates verdes y sílice en la parte central (Cardoza Ramos, 2019).

#### b) Cuerpos meta somáticos de contacto:

**Cuerpos Skarn (zona Santa Bárbara, Pradera – Vasconia, Miguel, San Pedro)** caracterizado por una asociación mineralógica de pirita, calcopirita, galena y esfalerita y siendo el más importante el ore body Santa Bárbara Norte que tiene:

1. Corrida horizontal de 180m (Cardoza Ramos, 2019).
2. Profundiza más de 700m.
3. Buzamiento de 70°W
4. Potencia media de 12m (Alvarez Yauri, 2021).

**Brechas calcáreas** (zona de Anita en el Nv. 3600, Cristina y Cristina NE en el Nv. 3300 en la intersección entre Milpo y Atacocha) la mena está constituida por pirita, esfalerita, galena, sulfuros finos, además se encuentran oropimente, rejalgar.

#### c) Vetas o filones:

Característico de la parte superior de la zona Atacocha entre el intrusivo y la arenisca vetas y filones que fueron trabajados en los años cincuenta y sesenta



(Alvarez Yauri, 2021).

### 1.2.9. Mineralogía

En la Tabla 1 se muestra la mineralogía de la Mina Atacocha.

**Tabla 1. Mineralogía de Minera Atacocha.**

Minerales de Mena.		Minerales de Ganga.	
Esfalerita:	SZn.	Pirita:	S <sub>2</sub> Fe.
Chalcopyrita:	S <sub>2</sub> FeCu.	Calcita:	CO <sub>3</sub> Ca
Galena:	SPb.	Wollastonita:	SiO <sub>3</sub> Ca.
Argentita:	SAg <sub>2</sub>	Rodocrosita:	CO <sub>3</sub> Mn.
Tetraedrita:	S <sub>13</sub> Sb <sub>4</sub> (Cu, Ag, Fe, Zn) <sub>12</sub>	Rejalgar:	SAs.
Oro: Au (Soluciones Sólidas en sulfuros)		Granetes:	(SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Fe
		oropimente:	

Fuente: (Yanac Yauri, 2016)

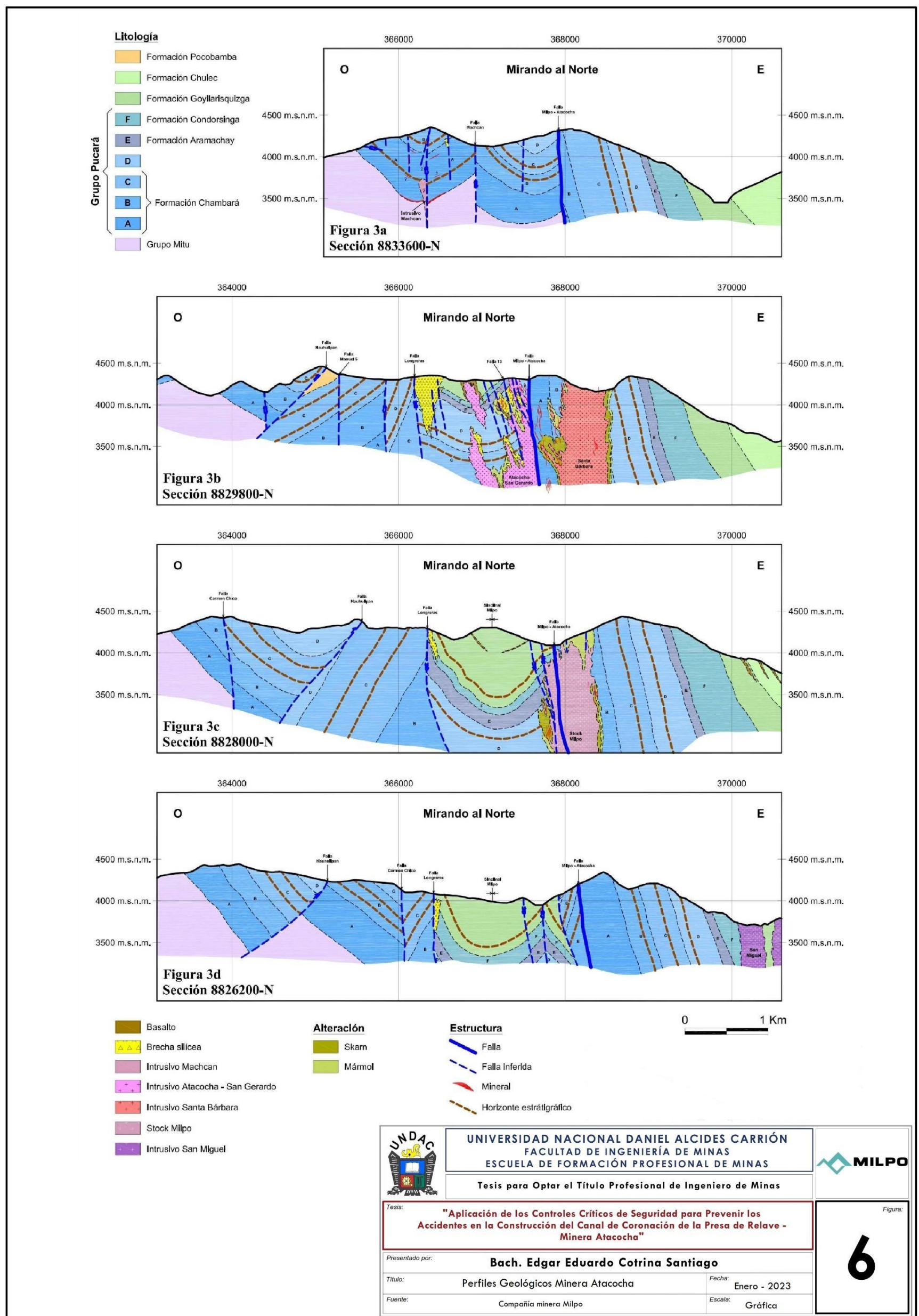


Figura 6 Perfiles geológicos de Minera Atacocha.

Fuente: Departamento de geología de Minera Atacocha.

## **Génesis y Zoneamiento**

**Zona miento Mineral.** La zonación de mineral se encuentra en dimensiones verticales y horizontales. Los niveles superiores son más ricos en Pb y Ag, y en cuanto aumenta la profundidad tenemos el Zn, Cu y Au. Las leyes de plata son estables en los niveles superiores dentro de la galena argentífera y en profundidad como sulfosales de plata y cosalita.

Secuencia paragenética del yacimiento: Cuarzo-arsenopirita-calcopirita-esfalerita-galena-tetraedrita y tenantita-geocranita- fluorita-calcita-rejalgar-oropimente.

En la etapa final de mineralización, en la zona Santa Bárbara se han depositado minerales de ganga en la siguiente secuencia: Calcita-rodocrosita-marcasita-arsenopirita-aragonito (Alvarez Yauri, 2021).

**Alteraciones.** Se presenta en 2 tipos y se encuentran los stocks con las rocas sedimentarias circundantes.

**5. Tipo hidrotermal:** consiste de arcillas no diferenciadas del grupo del caolín con cantidades menores de sericita y abundante piritización diseminada, y en vetillas delgadas y se encuentra en la zona Atacocha (Alvarez Yauri, 2021).

**6. Tipo metamórfico:** consiste en la silicatación de las calizas del Grupo Pucará y la transformación parcial de una arenisca a cuarcita, originado en la aureola de contacto intrusivo - roca caja y se encuentra en la zona de Santa Bárbara.

**Modelo geológico.** Las estructuras mineralizadas son las siguientes:

1. Ocurrencia de brechas hidrotermales en las fallas Atacocha- Milpo (Cardoza Ramos, 2019).

2. Fracturamiento - fallamiento NO-SE del flanco oeste del intrusivo Atacocha (Cardoza Ramos, 2019).
3. Las irregularidades del contacto intrusivo-caliza pueden ser controladas estructuralmente y están asociadas al flanco este del stock de Santa Bárbara (Cardoza Ramos, 2019).

ERA	SISTEMA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	LITOLOGÍA	COLUMNA	MINERALIZACIÓN (INTRUSIVOS)	
CENOZOICO	CUATERNARIO	Conglomerado calcáreo	Fragmentos de caliza con matriz calcárea arcillosa rojiza.			
	EOCENO - PALEOCENO	Fm. Pocobamba	Brechas calcáreas con algunos lentes de areniscas.			
MESOZOICO	CRETÁCEO	Fm. Chulec	Calizas, calizas margosas dolomitizadas.		Basalto con textura alveolar.	
		Fm. Goyllarisquizga	Areniscas cuarzosas, ortocuarzitas con estratificación cruzada.		Au - Ag - Pb en vetillas (Sheer zone) Cuarzo, sericita, arcilla.	
	JURÁSICO	Brecha sedimentaria			Brecha calcárea con matriz detrítico calcáreo rojizo, con clastos de areniscas, calizas y chert.	Intrusivo Atacocha - San Gerardo Cuarzodiorita (bt, hb) Skarn Zn - Pb - Ag en vetas, cuerpos de reemplazamiento.
		Fm. Condorsinga	F		Calizas micríticas grises claras con cherts y abundantes pseudomorfos, fósiles.	
		Fm. Aramachay	E	Margas y calizas negras (bt), fósiles con (ammonites).		
	TRIÁSICO	Gpo. Pucará	Fm. Chambará	D	Dolomías y calizas gris, mudstone a grainstone.	Brecha, silíceo y heterolítica Zn - Pb - Ag en vetas, cuerpos.
C				Calizas y dolomías cherticas gris oscuras.		
B				Dolomías y calizas negras micríticas en estratos delgados (bt). Nivel fosilífero.	Intrusivo Santa Bárbara y Milpo Cuarzodiorita (bt, hb) Skarn Zn - Pb - Ag.	
A				Calizas y dolomías micríticas.		

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS		
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas		
Tesis: "Aplicación de los Controles Críticos de Seguridad para Prevenir los Accidentes en la Construcción del Canal de Coronación de la Presa de Relave - Minera Atacocha"			
Presentado por: <b>Bach. Edgar Eduardo Cotrina Santiago</b>			
Título: Columna Litoestratigráfica de Minera Atacocha		Fecha: Ene - 2023	
Fuente: Compañía Minera Milpo		Escala: S/E	

Figura:  
**7**

Figura 7 Columna estratigráfica de Minera Atacocha.

Fuente: Departamento de geología de Minera Atacocha.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1. Problema General.**

¿Es posible prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave con la aplicación de los controles críticos en la Minera Atacocha?

#### **1.3.2. Problemas específicos.**

##### **Primer Problema Específico.**

¿Cómo influye la aplicación de la etapa de identificación de los controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?

##### **Segundo Problema Específico.**

¿Cómo influye la aplicación de la etapa de bloqueo de los controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?

##### **Tercer Problema Específico.**

¿Cómo influye la aplicación de la etapa de comunicación de los controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?

### **1.4. FORMULACION DE LOS OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha mediante la aplicación de los controles críticos.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

##### **Primer Objetivo Específico**

Con la aplicación de la etapa de identificación de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

### **Segundo Objetivo Específico**

Con la aplicación de la etapa de bloqueo de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

### **Tercer Objetivo Específico**

Con la aplicación de la etapa de comunicación de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Los actuales estándares de seguridad minera, ha llevado a las empresas mineras a actualizar, aplicar e implementar nuevas técnicas en la seguridad de los trabajadores con el objetivo de optimizar los procesos de explotación de los yacimientos minerales previniendo todo tipo de accidentes. Todo ello es posible para que se pueda garantizar el cumplimiento de sus productos con calidad y satisfacer las nuevas necesidades del cliente un servicio de alta calidad y bajo costo.

La presente investigación tiene el fin de difundir la aplicación de la identificación, bloqueo y comunicación de los controles críticos en seguridad en la prevención de accidentes. Así mismo que sirva como modelo base para la aplicación en otras empresas mineras, como otras investigaciones.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION**

Una de las posibles limitaciones de la investigación, puede ser el acceso limitado a la información de anteriores programas, procesos de pruebas y reglas de seguridad minera que buscan prevenir accidentes. Otra limitación no se tuvo ya que se realiza un estudio con todos los trabajadores del área.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales.**

**Coaquira Rosas (2017)** de la Universidad Nacional del Altiplano, presentó la tesis “Mejoramiento Continuo del Sistema de Gestión de Riesgos mediante la aplicación correcta del IPERC de la Unidad Minera TACAZA” en la investigación analiza la mejora continua con la eficiente aplicación del IPERC con todo sus procesos, evitando fallas de reportes, en el trabajo se logra determinar que en todo el ciclo de la explotación del mineral que considera siete actividades y veintiséis tareas se obtuvo veinte riesgos y peligros, en la cual aplica el principio de la mejora continua donde encuentra los controles con el objetivo de menorar el riesgo, también mediante la metodología logra realizar el IPERC de línea base, la organización y el manejo de documentos que son evaluados por los fiscalizadores de entidades externas e internas, logrando que el sistema de gestión de riesgos de la minera TACAZA mejore notablemente, quedando demostrado que el principio de la mejora continua es muy importante en las empresas. (Coaquira Rosas, 2017).

**Cardoza Ramos (2019)** de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, desarrolla la tesis “Incremento de la recuperación de zinc en el proceso de



lixiviación empleando el control crítico Six Sigma en la minera Nexa Resources Cajamarquilla” la investigación de este estudio realiza las fases del control crítico Six Sigma en el proceso hidrometalúrgico del metal Zinc para lograr la meta de aumentar la recuperación del Zinc, también ejecutando la fase 1 del control crítico Six Sigma, logra identificar mediante el árbol de pérdidas que el desarrollo de lixiviación es el que afecta en el mayor porcentaje de pérdidas y por esta identificación se continúa con la ejecución de las cuatro fases restantes obteniendo las variables de mayor impacto el mismo que garantiza una ganancia de un millón doscientos mil dólares americanos por año que es recuperar 0.15 por ciento de la recuperación total y como conclusión queda demostrado la importancia del uso del control crítico Six Sigma (Cardoza Ramos, 2019).

Tataje **Morales (2019)**; De la Universidad Nacional de Ingeniería, desarrolla la tesis “Evaluación técnica de riesgos en avance del cruce de Integración de Atacocha y el Porvenir”, en la investigación utiliza el principio de la mejora continua y el control crítico de Six Sigma en actividades de seguridad en el proceso de perforación y voladura con la finalidad de optimizar los avances por voladura a tres puntos seis metros, logra identificar la causa principal que es el factor humano que no cumple con los estándares de calidad dentro de la seguridad; una vez que identifica aplica las 5 actividades del control crítico Six Sigma logrando la mejora en el cumplimiento de las reglas de seguridad y en el promedio de avances por disparo a 3.66 metros. (Tataje Morales, 2019).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Falla **Velásquez (2012)** de la Universidad Central del Ecuador, desarrolla su tesis de “Riesgos laborales en minería a gran escala en etapas de prospección y exploración de metales y minerales en la región sur este del Ecuador”; en su tesis encaminado a la seguridad del trabajador plantea un modelo de sistema de seguridad, fundamentado en un modelo por procesos, mejora continua y

controles críticos. Propone un modelo para identificar factores de riesgos para prevenir accidentes, finalmente demuestra que con los procesos planteados mejora significativamente la prevención de accidentes en la región sur este del Ecuador. (Falla Velásquez, 2012).

**Briones González (2014)** de la Universidad Autónoma de México, presenta su tesis “Prevención de accidentes y enfermedad laboral en las empresas mineras”, el tesista sustenta que los riesgos laborales y la prevención de accidentes en el sector minero es un objetivo bastante difícil de alcanzar derivadas por los ambientes desfavorables. Su propósito fundamental es demostrar que con los programas, controles críticos y evaluación de los programas de las reglas de seguridad para prevenir accidentes en las labores mineras y operaciones en general de una mina está basado en la constante mejora continua, inversión en programas de seguridad y cursos de capacitación. Finalmente concluye que con el cumplimiento de todos estos propósitos se logra mejorar altamente el índice de accidentes. (BrionesGonzález, 2014)

## **2.2. BASES TEÓRICAS-CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Prevención de Accidentes y Situación de Riesgo**

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM afirma que: “El objetivo es prevenir la ocurrencia de todo tipo de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, principalmente se debe promover la cultura de prevención de riesgos laborales en toda actividad minera (Cardoza Ramos, 2019).

Para ello se tiene la colaboración del estado, empleadores y trabajadores, son quienes deben garantizar la promoción, difusión, y el cumplimiento. También se define como “control de riesgos” que es el proceso donde toda información que se tiene de las evaluaciones de riesgos lograrse una toma de decisión acertada para mitigar el riesgo. (Energía y Minas, 2016)

#### **a) Accidente y situación de riesgo**

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM define: “Accidente es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Es también accidente de trabajo aquél que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, y aun fuera del lugar y horas de trabajo”. (Energía y Minas, 2016).

Así mismo el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM define al accidente por su gravedad:

- Accidente leve: suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, genera en el accidentado un descanso breve con retorno máximo al día siguiente a sus labores habituales (Cardoza Ramos, 2019).
- Accidente incapacitante: suceso cuya lesión, resultado de la evaluación médica, da lugar a descanso, ausencia justificada al trabajo y tratamiento (Cardoza Ramos, 2019). Para fines estadísticos, no se tomará en cuenta el día de ocurrido el accidente (Cardoza Ramos, 2019). Según el grado de incapacidad los accidentes de trabajo pueden ser:
  - Parcial temporal: cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad parcial de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación (Cardoza Ramos, 2019).
  - Total, temporal: cuando la lesión genera en el accidentado la imposibilidad total de utilizar su organismo; se otorgará tratamiento médico hasta su plena recuperación (Cardoza Ramos, 2019).
  - Parcial permanente: cuando la lesión genera la pérdida parcial de un miembro

u órgano o de las funciones del mismo (CardozaRamos, 2019).

- Total, permanente: cuando la lesión genera la pérdida anatómica o funcional total de un miembro u órgano, o de las funciones del mismo (Cardoza Ramos, 2019). Se considera a partir de la pérdida del dedo meñique (Cardoza Ramos, 2019).
- Accidente mortal: suceso cuyas lesiones producen la muerte del trabajador. Para efectos estadísticos debe considerarse la fecha del deceso (Cardoza Ramos, 2019).

#### **b) Situaciones de riesgo**

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM define a un Riesgo “es la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente”.

También el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM detalla que toda actividad que el trabajador está expuesto a situación de riesgo, los que se detalla a continuación:

- Prevención de caída de rocas.
- Ejecución de los trabajos de desate y sostenimiento en techos y paredes de labores mineras, de acuerdo con estándares establecidos (Cardoza Ramos, 2019).
- Seguridad con explosivos (Cardoza Ramos, 2019).
- Riesgos de la concentración residual de los gases que emana el ANFO o sus mezclas en labores subterráneas (Cardoza Ramos, 2019).

- Bloqueo de energías (Eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática y otros) (Cardoza Ramos, 2019).
- Trabajos en espacios confinados (Cardoza Ramos, 2019).
- Trabajos en caliente (Cardoza Ramos, 2019).
- Ubicación, uso y control de sustancias y/o materiales peligrosos, incluyendo la disponibilidad de antídotos para casos de emergencia (Cardoza Ramos, 2019).
- Manejo y disposición de los residuos sólidos considerando las etapas y procesos del plan establecido para dicho fin (Cardoza Ramos, 2019).
- Uso de la información de la hoja de datos de seguridad de materiales (HDSM - MSDS) (Cardoza Ramos, 2019).
- Ventilación de mina (Cardoza Ramos, 2019).
- Instalación, operación y mantenimiento de equipos mecánicos fijos y móviles de acuerdo con las especificaciones técnicas de los fabricantes (Cardoza Ramos, 2019).
- Sistema de izaje
- Escaleras y andamios.

La Minera Atacocha dentro de su sistema de gestión de seguridad tiene identificado riesgos críticos de seguridad y de medio ambiente como se detalla a continuación:

**c) Riesgos Críticos en Minería**

- Espacio confinado.
- Bloqueo de emergencia

- Protección de máquinas
- Carga suspendida
- Excavación
- Herramientas manuales
- Instalaciones eléctricas
- Gases presurizados y Trabajo en caliente
- Sustancias químicas peligrosas
- Vehículos y equipos móviles
- Riesgos Críticos de Medio Ambiente:
- Transporte de cargas peligrosa.
- Consumo de recursos naturales
- Incendio Forestal
- Rompimiento de pozas
- Degradación de área.

### **2.2.2. Mejora Continua**

#### **a) Historia**

Henry Ford a inicios del siglo XX, inicia su compañía de fabricación de coches, se enfoca primeramente en los procesos, ahí es donde se inicia la necesidad de mejorar la producción. A inicios de año mil novecientos dos la empresa de fabricación de maquinaria textil del Grupo Toyota fundada por Sakichi Toyota, dicha empresa tiene como visión mejorar la calidad de las maquinarias, logrando inventar la primera máquina telar que ante un fallo de

un hilo se detenía en forma automática, toda una maravilla para la época (Cardoza Ramos, 2019). El grupo Toyota en los años treinta del siglo XX incursiona la fabricación de automóviles en el país de Japón, a diferencia de los fabricados por Ford, los automóviles del grupo Toyota brindaba elegir la variedad de colores, se inicia el enfoque de la mejora continua en la fabricación de automóviles (Cardoza Ramos, 2019).

En la segunda guerra mundial el país de Japón es afectado económicamente donde el grupo Toyota por su capacidad de estrategia en aprovechar al máximo los pocos recursos disponibles apoyado de la fuerza motriz que fueron sus personales, centrándose en optimizar todos los procesos en la fabricación, así mismo se inicia a desarrollar herramientas de como las 5s, Kanban, SMED, herramientas enfocadas en la mejora de procesos, fue entonces que los fabricantes de automóviles europeos y americanos también empezaron a utilizar herramientas en mejora de procesos para lograr automatizar sus empresas (Cardoza Ramos, 2019). En los años ochenta, sale una publicación enfocada en los fabricantes de automóviles en el mundo, escrita por James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Roos investigadores pertenecientes al Massachusetts Institute of Technology (MIT), donde se concluye lo siguiente: El grupo Toyota producía sus automóviles en forma dos veces más productiva, con una calidad a un cuarenta por ciento (40%) superior a las demás y usando un inventario en un diez por ciento (10%) de lo que usaban sus competidores directos los americanos y europeos, todos estos resultados lo atribuían al uso de sus herramientas sistemáticas TPS o Lean Production, la historia demuestra que aplicando las mejoras continuas en los procesos se logra mejores resultados (Cardoza Ramos, 2019).

## **b) Definición**

La mejora continua es evitar el desperdicio en valor, considerando el trabajo en equipo, el uso de competencias del personal, variar la cultura laboral,

identificar los errores del proceso con el fin de optimizar. (Lean manufacturing, 2010).

Al definir la mejora continua, se puede considerar el término (kaizen), el cual proviene de dos palabras japonesas, “kai” significa cambio y “zen” que significa mejorar, quiere decir “cambio para mejorar” y se le conoce como “mejoramiento continuo” (Carro R., Gonzales D., 2012).

### **Filosofía KEYZEN**

Se basa en dos grandes pilares, el trabajo en equipo y la ingeniería industrial, estos son empleados para la mejora continua en procesos de producción, mejorar la sobreproducción, exceso de inventario, deficiencias del procesamiento, deficiencias del transporte, tiempos en espera, etc. con el fin de llegar a cero defectos, aplicando herramientas y métodos de mejora continua. (Carro & González Gómez, 2012).

La filosofía KAIZEN tiene como objetivo realizar el cambio de la actitud del personal para tener una producción de éxito, debe tener una actitud hacia la mejora de cada proceso, la filosofía aplica 10 puntos que son: Abandonar ideas fijas y rechazar el estado actual de las cosas, no debe explicar de lo que no se puede hacer es mejor reflexionar de cómo hacerlo, realizar inmediatamente las buenas ideas de mejora, no buscar la perfección sino ganar el 60% desde ahora, corregir los errores inmediatamente, encontrar las ideas en la dificultad, buscar la causa real así mismo respetarlos 5 porqués y buscar la solución, tener en cuenta las ideas de 10 personas en vez de la idea genial de una sola persona, probar y después valorar, y por último la mejora es infinita. (Lean manufacturing, 2010).

### **c) Métodos**

La mejora continua se aplica por varios métodos, se describen a continuación.



### **El ciclo de Deming**

Su creador el Dr. E. Deming Williams ciclo PDCA que son las siglas en inglés de “plan - do – check – act” que en el idioma español significa “planificar – hacer –verificar – actuar” estas etapas está dado en forma espiral, dichos pasos se aplican a cada proceso, en la etapa planificar se determina los objetivos basados con propuestas del cliente y la organización para encontrar un resultado propuesto, en la etapa hacer se implementa dichos objetivos aplicando tareas planificadas, en la etapa verificar se realiza el seguimiento a los procesos mediante los KPIs medibles, en la etapa actuar se toma acciones para el mejoramiento continuo (Instituto Uruguayo de normas técnicas, 2009).

### **Diagrama de causa – Efecto de Ishikawa**

Método en reconocimiento a KAOURU ISHIKAWA, también conocido como diagrama de espina de pescado que en inglés lo denominan “FISH BONE” o también cadena de causas y consecuencias, método que usa gráficamente para identificar las causas y efectos para luego controlar y eliminar. (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2009).

Así mismo existen métodos que actualmente están cambiando la aplicación de la mejora continua, métodos como SIX SIGMA que está siendo aplicado por diversas empresas mineras e industriales (Cardoza Ramos, 2019).

#### **2.2.3. Método Six Sigma**

El método Six Sigma se inicia en los años ochenta en la empresa Motorola por lograr mejorar la calidad de sus procesos, el Ing. Mikel Harry fue el pionero en promover, como fin primordial fue reducir la variación de los factores que afectaban los procesos, disminuyendo el desempeño. El año 1991 Lawrence Bossidy aplica el método Six sigma logrando transformar la empresa ALLIED SIGNAL que tenía problemas económicos a una empresa exitosa en su economía y sus procesos.

Actualmente este método Six Sigma se aplica en diferentes áreas y empresas por sus buenos resultados. (Fontalvo, T.).

Una de las definiciones Seis Sigma se centra en administrar negocios o empresas de manera más inteligente, prioriza al cliente además prioriza los datos para lograr un mejor resultado. Las tres áreas que se centra el Seis Sigma es mejorar la satisfacción del cliente, reducir el tiempo del ciclo y reducir los defectos. (Bahena, Aguilar, & Primitivo, 2006).

SEIS SIGMA aplica herramientas estadísticas en la gestión de calidad cuyo fin es la mejora continua en el desarrollo de un proceso, centrándose en la necesidad del cliente interno y externo para lograr tomar decisiones precisas. (Bahena, Aguilar, & Primitivo, 2006).

El método Seis Sigma es una estrategia para el mejoramiento de la competitividad por medio de la mejora continua de procesos, con la aplicación de la estadística para la reducción y eliminación de defectos. (Carro R., Gonzales D., 2012).

### **Etapas del Six Sigma**

#### **a) Etapa definir**

Etapa que se realiza la definición del problema, donde se involucra la idea y necesidad del cliente externo e interno, también se identifica variables críticas (CQTs) de los procesos. (Fontalvo, T.)

#### **b) Etapa medir**

En esta etapa, se realiza la medición de variables críticas de todo proceso seleccionado, se efectúa el tratamiento estadístico de cada uno de ellos para poder realizar la medición del nivel Sigma de un proceso en general. (Fontalvo T.)

#### **c) Etapa analizar**

Etapa donde se realiza el análisis completo de variables críticas que fueron

medidas, para así lograr obtener causas y efectos en los procesos con la finalidad de entender las deficiencias, así mismo se jerarquiza variables críticas desde un mayor impacto al menor. (Fontalvo T.)

**d) Etapa mejorar**

Etapa que se busca alternativas de solución para las causas de las variables críticas que afectan el proceso, se toman una decisión eficiente, es la etapa más esencial porque el éxito depende de tomar una buena decisión y escoger la mejor alternativa de solución. (Fontalvo T.)

**e) Etapa controlar**

Etapa que se realiza un seguimiento estricto a toda alternativa de solución con el fin de mantener las mejoras y mantener las metas. (Fontalvo T.)

**2.2.4. Herramienta de Seguridad “Habla Fácil”**

**a) Definición**

Esta herramienta de seguridad, que permite prevenir accidentes y situaciones de riesgo en el trabajo, se utiliza para reportar y controlar situaciones subestándares y tiene cuatro tipos de clasificación, comportamientos de riesgo, casi accidentes, condiciones de riesgos y el derecho a decir no (Cardoza Ramos, 2019). El reporte procede cuando se encuentra el DNI, nombre, Superintendencia, Área de trabajo, fecha y número de equipo, es importante completar toda la información para poder participar del programa de reconocimiento (Cardoza Ramos, 2019). Luego se completa la clasificación, potencial de gravedad que cuenta con una guía al final, los Habla Fácil de mayor gravedad son priorizados para la atención, se indica el lugar y equipo afectado luego se debe realizar una descripción breve de lo observado, luego indicar si hay riesgos críticos de seguridad y/o al medio ambiente finalmente la acción de bloqueo que se ejecuta de inmediato sobre la situación observada (Cardoza Ramos, 2019). El plan de acción es

llenado por el supervisor, luego el digitador emite el reporte al superintendente y gerencia quienes tomaran decisiones del evento (Cardoza Ramos, 2019). El compromiso con la seguridad es reconocido a trabajadores que tengan mayor cantidad de reportes (Cardoza Ramos, 2019). Al contar con más reportes de habla fácil se disminuye el número de accidentes en la Unidad Minera. (Compañía Minera Milpo, 2014).

#### **b) Partes del Habla Fácil Datos Generales**

- Nombre completo de la persona que realiza el reporte (IncheChávez, 2018).
- Superintendencia a la que pertenece la persona que realiza el reporte(Inche Chávez, 2018).
- Fecha en que se realiza el reporte (Inche Chávez, 2018).
- Área a la que pertenece la persona que realiza el reporte (Inche Chávez, 2018).
- Numero de documento nacional de identificación de la persona(Inche Chávez, 2018).
- Numero de equipo de reconocimiento a la que pertenece la personaque realiza el reporte (Inche Chávez, 2018).

#### **c) Clasificación De La Situación De Riesgo**

- Comportamiento de Riesgo: Identificación del comportamiento de riesgo (Inche Chávez, 2018).
- Derecho a decir "NO": Refiere a la toma de decisiones del trabajador (Inche Chávez, 2018).
- Casi Accidente: Identificar el grado de incidente en el lugar correspondiente (Inche Chávez, 2018).
- Condición de riesgo: Identificar el tipo de condición de riesgo del trabajador

involucrado o de la situación respectiva (Inche Chávez, 2018).

**d) Potencial de Gravedad**

- Clasificación según el criterio del trabajador de la potencialidad de la condición (01-02-03-04-05-06), apoyándose de la tabla que viene en el talonario de reportes (Inche Chávez, 2018).

**e) Lugar y Equipo de la Situación de Riesgo**

- Lugar: Lugar exacto donde se presenta la situación de riesgo (Inche Chávez, 2018).
- Equipo: Equipo involucrado en la situación de riesgo (Inche Chávez, 2018).

**f) Descripción de la Observación**

- En esta parte se describen las observaciones de la condición de riesgo a reportar, entre las principales observaciones se encuentra: referencia al lugar, descripción detallada de la condición de riesgo (Inche Chávez, 2018).

**g) Riesgos Críticos de Seguridad**

- Se identifica los doce riesgos críticos más relevantes de seguridad (Inche Chávez, 2018).
- Espacio confinado: Identifica a situaciones de riesgos con espacios cerrados y con dificultad de oxigenación (Inche Chávez, 2018).
- Bloqueo de emergencia: Identifica a situaciones de riesgo donde es necesario bloquear de emergencia para disminuir el riesgo crítico (Inche Chávez, 2018).
- Protección de máquinas: Identifica a situaciones de riesgo donde es necesario la protección de máquinas para disminuir el riesgo crítico (Inche Chávez, 2018).
- Carga suspendida: Identifica a situaciones de riesgo donde existe carga suspendida, es necesario identificarlo para disminuir el riesgo crítico (Inche

Chávez, 2018).

- Excavación: Identifica a situaciones de riesgo donde existe excavaciones, es necesario identificarlo para disminuir el riesgo crítico (Inche Chávez, 2018).
- Herramientas manuales: Identifica a situaciones de riesgo donde seutilizan herramientas manuales, es necesario identificarlo para disminuir el riesgo crítico (Inche Chávez, 2018).
- Instalaciones eléctricas: Identifica a situaciones de riesgo donde existen instalaciones eléctricas, es necesario identificarlo para disminuir el riesgo crítico (Inche Chávez, 2018).
- Gases presurizados y Trabajo en caliente: Identifica a situaciones de riesgos donde existen trabajos y/o lugares de existencia de Gases presurizados y trabajos en caliente (Inche Chávez, 2018).
- Sustancias químicas peligrosas: Identifica a situaciones de riesgo donde existe sustancias químicas peligrosas (Inche Chávez, 2018).
- Trabajo en altura: Identifica a situaciones de riesgo donde existe trabajos en altura (Inche Chávez, 2018).
- Vehículos y equipos móviles: Identifica a situaciones de riesgo donde existe trabajos y/o vehículos y equipos móviles (Inche Chávez, 2018).
- NO: No identifica ningún riesgo crítico de seguridad (Inche Chávez, 2018).

### **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

Los términos más utilizados en el trabajo de investigación se detallan a continuación:

**Accidente de Trabajo.** Es un evento inesperado que por causa del trabajo produce en el trabajador una lesión ya sea orgánica, perturbación funcional, invalidez o la muerte, puede suceder dentro o fuera del lugar y horas del trabajo si se tiene una orden del empleador.

**Actos Subestándar.** Cuando un trabajador no cumple los estándares o procedimientos de trabajo teniendo el riesgo de causar accidentes desde leves hasta mortales.

**Capacitación.** Transmisión de todo tipo de conocimientos ya sean en forma práctica o teórica con el cual el trabajador desarrolla sus aptitudes en el entorno de trabajo con el fin de prevenir los riesgos, asegurar la seguridad, y garantizar la salud ocupacional de los colaboradores.

**Condiciones Subestándar.** Situación del área del trabajador que presenta condiciones fuera de estándar las cuales causa riesgo de accidentes en el trabajo.

**Control de riesgos.** Monitoreo constante para reducir los riesgos luego de haber obtenido información, tomando decisiones y brindando medidas correctivas, realizando un seguimiento a los controles y verificando su cumplimiento.

**Evaluación de riesgos.** Identificado los peligros, la empresa toma decisiones para prevenir los accidentes y con el objetivo de eliminar el riesgo.

**Incidente.** Se considera cuando un personal luego de tener un suceso de potencial en el trabajo no sufre ninguna lesión.

**IPEC.** Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Medidas de Control. Se basa en identificar los peligros, analizar los riesgos y realizar acciones que controlen la exposición al riesgo.

**Lugar de trabajo.** El lugar de trabajo es el área donde los trabajadores permanecen y desarrollan su trabajo.

**Peligro.** Evento capaz de causar daño a las personas, equipos y ambiente.

**Prevención de Accidentes.** Combinación de políticas, estándares, procedimientos, actividades y prácticas en el proceso y organización del trabajo, que establece el empleador con el fin de prevenir los riesgos en el trabajo y alcanzar los objetivos de Seguridad y Salud Ocupacional.

**Riesgo Residual.** Sucede cuando el riesgo es reducido luego de aplicar los controles.

Riesgo. Considerado cuando un peligro puede causar daño al trabajador cuando este interactúa.

**Trabajador.** Considerado a toda persona que desempeña una actividad laboral subordinada o autónoma, el empleador es privado o del Estado. Están incluidos los trabajadores del titular de actividad minera, empresas contratistas mineras o empresas contratistas de actividades conexas.

## **2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La aplicación de los controles críticos permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

#### **Primera Hipótesis Específica**

Con la aplicación de la etapa identificar de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

#### **Segunda Hipótesis Específica**

Con la aplicación de la etapa bloquear de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

#### **Tercer Hipótesis Específica**

Con la aplicación de la etapa comunicación de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

## **2.5. IDENTIFICACION DE VARIABLES**

Para la investigación se consideran las variables dependientes e independientes, con el fin de obtener respuesta a los problemas de investigación. (Pino, 2018)



### **2.5.1. Variable Dependiente**

La variable dependiente es:

*Y = Prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.*

### **2.5.2. Variables Independientes**

Las variables independientes son:

*X = Aplicación de controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.*

*X<sub>1</sub> = Etapa de identificación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.*

*X<sub>2</sub> = Etapa de bloqueo de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.*

*X<sub>3</sub> = Etapa de comunicación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.*

## **2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES**

Según Hernández-Sampieri (2010) con la finalidad de analizar las variables de la investigación, se deberá conocer los indicadores considerados en el estudio, para ello se detalla a continuación.

### **2.6.1. Indicadores de la Hipótesis General.**

Los indicadores son los siguientes:

#### **Variable Independiente**

X = Aplicación de los controles críticos en la presa de relave de la Minera Atacocha.

#### **Variable Dependiente**

Y = Prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha S.A.

## **2.6.2. Indicadores de las Hipótesis Secundarias.**

Son los siguientes:

### **Variables Independientes**

X = Aplicación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

### **Dimensiones:**

X1 = Etapa de identificación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

X2 = Etapa de bloqueo de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

X3 = Etapa de comunicación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

Indicadores:

X11 = Registro de situaciones de riesgo.

X12 = Registro de situaciones de peligro.

X21 = Controlar el peligro o riesgo.

X22 = Eliminar el peligro o riesgo.

X23 = Revisar el procedimiento.

X31 = Reuniones de 5 minutos.

X32= Reuniones de comité.

### **Variables Dependientes**

Y = Prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

### **Indicadores:**

Y<sub>1</sub>= Índice de frecuencia de accidentes laborales antes de la aplicación del método.

Y2= Índice de frecuencia de accidentes laborales después de la aplicación del método.

Ver la operacionalización de variables en la Tabla 2 de la página 59.

### **2.6.3. Definición Operacional de la Variable Independiente.**

Los controles críticos de seguridad forman parte del programa de prevención de accidentes que tiene como objetivo establecer un proceso continuo de identificación, control y gestión de peligros y riesgos con probabilidad de causar incidentes, lesiones o accidentes fatales.

El cumplimiento de los controles críticos es obligatorio y responsabilidad de todos.

Para aplicar se debe seguir tres pasos identificar y registrar a través del habla fácil una situación de peligro o riesgo; bloquear es controlar o eliminar el peligro revisando el procedimiento; comunicar en las reuniones de 5 minutos y reuniones de comité, comunicar las lecciones aprendidas.

### **2.6.4. Definición Operacional de la Variable Dependiente.**

En la protección de máquinas debe estar capacitado y autorizado para el uso de un equipo específico, solamente operar las máquinas o equipos si todos los dispositivos de seguridad instalados están operativos. En el bloqueo y aislamiento de energías de toda actividad se debe bloquear las máquinas y equipos según la matriz de seguridad y cumplir todos los procedimientos. En el manejo de explosivos estar habilitado y autorizado, garantizar el cumplimiento del protocolo de voladura, cumplir con el plan de voladura. En sistemas presurizados solo se debe operar si tiene el programa de mantenimiento al día, garantizar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.

**Tabla 2. Operacionalización de variables.**

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica de análisis	Instrumento de análisis	Fuentes
<p><b>Variable Independiente:</b> X = Aplicación de controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p>	<p>X1 = Etapa de identificación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p>X2 = Etapa de bloqueo de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p>X3 = Etapa de comunicación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p>	<p>X11 = Registro de situaciones de riesgo. X12 = Registro de situaciones de peligro.</p> <p>X21 = Controlar el peligro o riesgo. X22 = Eliminar el peligro o riesgo. X23 = Revisar el procedimiento.</p> <p>X31 = Reuniones de 5 minutos. X32 = Reuniones de comité.</p>	Documental	Informe mensual de Minera Atacocha.	Área de seguridad de Minera Atacocha.
<p><b>Variable Dependiente:</b> Y = Prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p>	<p>Y<sub>1</sub> = Índice de frecuencia de accidentes laborales antes de la aplicación del método.</p> <p>Y<sub>2</sub> = Índice de frecuencia de accidentes laborales después de la aplicación del método.</p>	<p>Y<sub>1</sub> = Índice de frecuencia de accidentes laborales antes de la aplicación del método.</p> <p>Y<sub>2</sub> = Índice de frecuencia de accidentes laborales después de la aplicación del método.</p>	Documental.	Informe	Área de seguridad de Minera Atacocha.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es descriptiva.

#### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es explicativa.

#### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación es hipotético-deductivo.

#### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación es no experimental (Hernández-Sampieri, 2010).

#### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.5.1. Población.**

La población está conformada por todo el personal que labora en la construcción del canal de coronación de la cancha de relave de la Minera Atacocha; que son un total de 105 trabajadores distribuidos en tres guardiaspor día.

##### **3.5.2. Muestra.**

La muestra es el subconjunto de la población, para la investigación lo determinamos de la siguiente manera:

$$n = \frac{N * Z^2 * \alpha * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * \alpha * p * q}$$

$N = \text{Total de la población} = 100$

$Z2\alpha = 1.962$  (aplicando seguridad del 95%)

$p = \text{Proporción esperada}$  (5% = 0.05)

$q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )

$d = \text{precisión o margen de error}$  (en este caso 5%)

Reemplazando valores en el modelo matemático,

$$n = \frac{150 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (105 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 43$$

Por lo tanto, para la muestra de la investigación consideramos 43 trabajadores del personal que labora en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.6.1. Técnicas.**

##### **Recopilación de datos**

Se buscó la información histórica de programas de seguridad

##### **Observación directa**

Se realizó observaciones directas en las actitudes de los trabajadores frente a los peligros y riesgos del área de trabajo.

##### **Búsqueda de información bibliográfica**

Se utilizó esta técnica para tener una mejor comprensión acerca de herramientas de prevención de peligro y riesgos en la seguridad del trabajador.

#### **3.6.2. Instrumentos.**

Los principales instrumentos utilizados en la investigación son:

## **Materiales y equipos**

- Estadísticas de accidentes
- Computadora personal e impresoras
- Formatos de test de conocimientos de seguridad
- Equipo de seguridad
- Útiles de escritorio
- Vídeo Cámara Fotográfica

## **Software**

- SPSS (aplicativo estadístico)
- Microsoft Office (Ingreso de datos de campo)

### **3.7. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Revisión de fuentes bibliográficas de estadísticas de accidentes (informe de tesis, revistas, publicaciones, etc.)

Observaciones del personal, con fundamentos teóricos sobre el tema.  
Equipo de seguridad.

### **3.8. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

El proceso y análisis de datos se realizará en el Microsoft Excel, agrupando las variables y resultados en tablas y gráficos dinámicos.

### **3.9. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Se realizarán histogramas y otros gráficos estadísticos en Microsoft Excel y el software del SPSS.

### **3.10. ORIENTACIÓN ÉTICA, FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA**

La investigación se desarrollará mediante los principios de la ética personal y profesional, inmerso a los valores, principios y criterios, que la

investigación debe tener. Es muy importante resaltar que esta investigación es resultado de las experiencias adquiridas de los trabajos que he realizado insitu en la Minera Atacocha.

La mayoría de los investigadores en ingeniería de minas se detienen en el umbral del bien y del mal en objetivos (Kim & Donaldson, 2018). Su vacilación es comprensible (Kim & Donaldson, 2018). Los valores implican una dimensión "subjetiva", personal, que puede invitar a interferencias religiosas y morales en la investigación (Kim & Donaldson, 2018). Los campos epistemológicos dominantes del positivismo y el subjetivismo en la gestión tropiezan con la noción de objetividad moral (Kim & Donaldson, 2018). La investigación empírica puede estudiar los valores del comportamiento humano, pero los científicos sensatos no deben asumir que un valor puede ser objetivamente mejor que otro (Kim & Donaldson, 2018). Mostramos cómo aceptar al menos una forma limitada de objetividad moral, a saber, una orientación epistémica que busque razones morales objetivas, puede beneficiar a la investigación en la práctica de la investigación; utilizando patrones de objetividad moral como pistas para formular hipótesis empíricas de explicaciones psicológicas; y añadiendo poder prescriptivo a las teorías empíricas (Kim & Donaldson, 2018).

La tecnología de extracción de datos ofrece un poderoso instrumento para adquirir conocimientos. El conocimiento a veces contiene detalles considerados demasiado sensibles para ser revelados, lo que los investigadores se interesan por el desarrollo de métodos de minería de datos que produzcan resultados de alta calidad y garanticen al mismo tiempo la privacidad de las personas implicadas, que produzcan resultados de alta calidad garantizando al mismo tiempo la privacidad de las personas implicadas (Tuovinen & Röning, 2005).

La investigación sobre la ética de la minería de datos ha descuidado en gran medida la posibilidad de utilizar la tecnología de formas que no sólo sean éticamente correctas, sino que sean positivamente recomendables. El aspecto



ético-social de la minería de datos se contempla desde dos perspectivas: lo que la convierte en una amenaza, por un lado, y en una oportunidad, por otro (Tuovinen & Rönning, 2005). Se constata que existe una preocupación justificada por los efectos sobre las libertades civiles de ciertos usos de la minería de datos, pero también que se pueden obtener muchos beneficios en campos como la del diagnóstico médico (Tuovinen & Rönning, 2005). Ser consciente de toda la ecuación ética, y no sólo de uno de sus lados, ayudará a los investigadores y profesionales de la minería de datos a analizar mejor las implicaciones de su trabajo (Tuovinen & Rönning, 2005).

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO**

##### **4.1.1. Proceso de Aplicación de Controles Críticos de Seguridad**

El Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM afirma que: “El objetivo es prevenir la ocurrencia de todo tipo de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, principalmente se debe promover la cultura de prevención de riesgos laborales en toda actividad minera (Cardoza Ramos, 2019).

En tal sentido los riesgos críticos de seguridad, nos conlleva a un proceso de control en el área de trabajo, zona de trabajo, comunidades aledañas y fundamentalmente en el personal de la empresa en toda su amplitud.

La difusión establecida de los controles críticos de seguridad, fueron dadas en las diferentes áreas de la Minera Atacocha, mediante charlas de seguridad de cinco minutos, charlas semanales y mensuales, inducción al personal, reinducción o retroalimentación, programadas mediante un cronograma establecido por la empresa y el área de seguridad, definiendo cuales son y las que tienen en la construcción del canal de coronación de lapresa de relaves:

##### **a) Riesgos Críticos de Seguridad**

- Espacio confinado

- Bloqueo de emergencia
- Protección de máquinas
- Carga suspendida
- Excavación
- Herramientas manuales
- Instalaciones eléctricas
- Gases presurizados
- Trabajo en caliente
- Sustancias químicas peligrosas
- Vehículos y equipos móviles

**b) Riesgos Críticos de Medio Ambiente**

- Transporte de cargas peligrosa.
- Consumo de recursos naturales
- Incendio Forestal
- Rompimiento de pozas
- Degradación de área

¿Cómo prevenir estos riesgos en la construcción del canal de coronación?

Estableciendo las buenas prácticas que se deben realizar para evitar accidentes fatales. Lo primero que se realizo es mantener una conversación fluida entre el personal y el supervisor (Cardoza Ramos, 2019). El personal deberá revisar a su alrededor antes de realizar cualquier actividad, identificar los posibles riesgos e informar al supervisor de turno para llevar a cabo una evaluación preventiva (Cardoza Ramos, 2019).

El personal deberá trabajar en áreas adecuadas o construidas para dicho uso (Cardoza Ramos, 2019). Para los trabajos complicados, los operarios deben ser precavidos de no tener contacto con sustancias que puedan producir una lesión (Cardoza Ramos, 2019).

Es muy importante consultar por los procedimientos de trabajo seguro, más aún si el personal es nuevo si nunca ha trabajado en esa función (Cardoza Ramos, 2019). Contar con el apoyo de un compañero con mayor experiencia en el área puede ayudar a ejecutar mejor el trabajo (Cardoza Ramos, 2019).

Es necesario solicitar herramientas suficientes para llevar a cabo el trabajo, y revisar que se encuentren en buenas condiciones (Cardoza Ramos, 2019).

Evitar accidentes fatales es posible, manteniendo informados siempre a los empleados sobre los aspectos clave para evitar desgracias y a su vez, conseguir el compromiso colectivo de cumplir con diferentes reglas basadas en la experiencia de los procesos de la empresa (Cardoza Ramos, 2019).

### **Prevención de fatalidades**

Lanzado en junio de 2018, el programa anhela:

- Establecer el proceso continuo de identificación, control y gestión de peligros y riesgos con alta probabilidad de causar fatalidades en las operaciones (Cardoza Ramos, 2019).
- Desarrollar y mantener el compromiso de todos los líderes en la implementación del programa de prevención de fatalidades (Cardoza Ramos, 2019).
- Comprometer a todos los trabajadores en el proceso de prevención de fatalidades (Cardoza Ramos, 2019).
- Asegurar el cumplimiento irrestricto de las reglas de oro y los controles críticos (Cardoza Ramos, 2019).

### **Conceptos**

- Reforzar las barreras de protección.
- Aumentar el involucramiento del liderazgo.
- Enfocar los esfuerzos y herramientas de control para la prevención

defatalidades.

- Aumentar la visibilidad para peligros, riesgos y controles específicos
- Seguridad no es ausencia de accidentes, seguridad es presencia de controles.

### **Reglas de oro**

Para prevenir accidentes. Se cumple con las buenas prácticas, es posible conseguir el objetivo de reducir los accidentes a cero en las tareas que se llevan a cabo en el área de trabajo (Cardoza Ramos, 2019).

1. Trabajo en altura requiere sistema de prevención de caídas y punto de anclaje (Cardoza Ramos, 2019).
2. Bloqueo y aislamiento de energías para el mantenimiento y la limpieza de máquinas (Cardoza Ramos, 2019).
3. Trabajo en espacio confinado solamente realizado por profesionales capacitados y autorizados (Cardoza Ramos, 2019).
4. Obligatorio el uso de cinturón de seguridad para operar vehículos ligeros y equipos móviles. Prohibido utilizar el teléfono celular durante la conducción de vehículos y respetar los límites de velocidad (Cardoza Ramos, 2019).
5. Prohibido el uso de alcohol y drogas en las instalaciones o a servicio.
6. Necesario inspección formal que compruebe ausencia de roca para entrada en frentes de explotación y desarrollo (Cardoza Ramos, 2019).
7. Cargas suspendidas deben inspeccionarse, estar en conformidad y liberar de acuerdo con los procedimientos indicados y, el área de operación debe estar aislada o señalizada (Cardoza Ramos, 2019).
8. Protección de máquinas solo se pueden retirar con los equipos bloqueados y en estado de energía cero (Cardoza Ramos, 2019).
9. Sustancias químicas peligrosas solo se deben manejar con el uso de

EPP(Cardoza Ramos, 2019).

10. Se debe comunicar cualquier accidente, independiente de su gravedad(Cardoza Ramos, 2019).
11. Autorización de trabajo es obligatoria para las actividades que implican riesgos críticos de seguridad (Cardoza Ramos, 2019).
12. Se debe hacer una evaluación previa y formal de los riesgos antes de realizar cualquier actividad (Cardoza Ramos, 2019).

Para avanzar hacia la sustentabilidad en seguridad se necesita la colaboración de las personas que se relacionan con cada operación (Cardoza Ramos, 2019).

Es necesario que se realicen controles de seguridad preventivos siendo la clave para evitar accidentes.

### **c) Gestión del Proceso Seguridad establecido por Minera Atacocha**

En este proceso se difundió:

#### **La Aplicación del Six Sigma:**

##### **Etapa definir.**

Etapa que se realiza la definición del problema, donde se involucra la idea y necesidad del cliente externo e interno.

##### **Etapa medir**

En esta etapa, se realiza la medición de variables críticas de todo proceso seleccionado.

##### **Etapa analizar**

Etapa donde se realiza el análisis completo de variables críticas que fueron medidas, para así lograr obtener causas y efectos en los procesos con la finalidad de entender las deficiencias.

##### **Etapa mejorar**

Etapa que se busca alternativas de escoger la mejor alternativa de

solución.

### **Etapa controlar**

Etapa que se realiza un seguimiento estricto a toda alternativa de solución con el fin de mantener las mejoras y la reducción de incidentes y accidentes.

#### **d) Herramienta de seguridad “Habla Fácil”**

Esta herramienta de seguridad, que permite prevenir accidentes y situaciones de riesgo en el trabajo, se utiliza para reportar y controlar situaciones subestándares y tiene cuatro tipos de clasificación, comportamientos de riesgo, casi accidentes, condiciones de riesgos y el derecho a decir no (Cardoza Ramos, 2019).

El reporte procede cuando se encuentra el documento de identidad, nombre, Superintendencia, área de trabajo, fecha y número de equipo, es importante completar toda la información para poder participar del programa de reconocimiento. Luego se completa la clasificación, potencial de gravedad que cuenta con una guía al final, los Habla Fácil de mayor gravedad son priorizados para la atención, se indica el lugar y equipo afectado luego se debe realizar una descripción breve de lo observado, luego indicar si hay riesgos críticos de seguridad y/o al medio ambiente finalmente la acción de bloqueo que se ejecuta de inmediato sobre la situación observada (Cardoza Ramos, 2019).

El plan de acción es llenado por el supervisor, luego el digitador emite el reporte al superintendente y gerencia quien tomaran decisiones del evento (Cardoza Ramos, 2019).

El compromiso con la seguridad es reconocido a trabajadores que tengan mayor cantidad de reportes (Cardoza Ramos, 2019). Al contar con más reportes de habla fácil se disminuye el número de accidentes en la Unidad Minera Atacocha (Cardoza Ramos, 2019).

## **Partes del Habla Fácil Datos Generales**

- Nombre completo de la persona que realiza el reporte.
- Superintendencia a la que pertenece la persona que realiza el reporte.
- Fecha en que se realiza el reporte.
- Área a la que pertenece la persona que realiza el reporte.
- Numero de documento nacional de identificación de la persona.
- Numero de equipo de reconocimiento a la que pertenece la persona que realiza el reporte.

### **e) Difusión de la Aplicación Controles Críticos más relevantes en la construcción del Canal de Coronación**

#### **Protección de máquinas**

Identifica a situaciones de riesgo donde es necesario la protección de máquinas para disminuir el riesgo crítico (Cardoza Ramos,2019).

#### **Bloqueo de emergencia**

Identifica a situaciones de riesgo donde es necesario bloquear de emergencia para disminuir el riesgo crítico (Cardoza Ramos, 2019).

#### **Excavación**

Identifica las situaciones de riesgo donde existen excavaciones, es necesario identificarlo para disminuir el riesgo crítico (Cardoza Ramos, 2019).

#### **Vehículos y equipos móviles**

Identifica las situaciones de riesgo donde existen trabajos con vehículos y equipos móviles.

### **f) La información sobre los controles críticos debe referirse concretamente a un área de trabajo.**



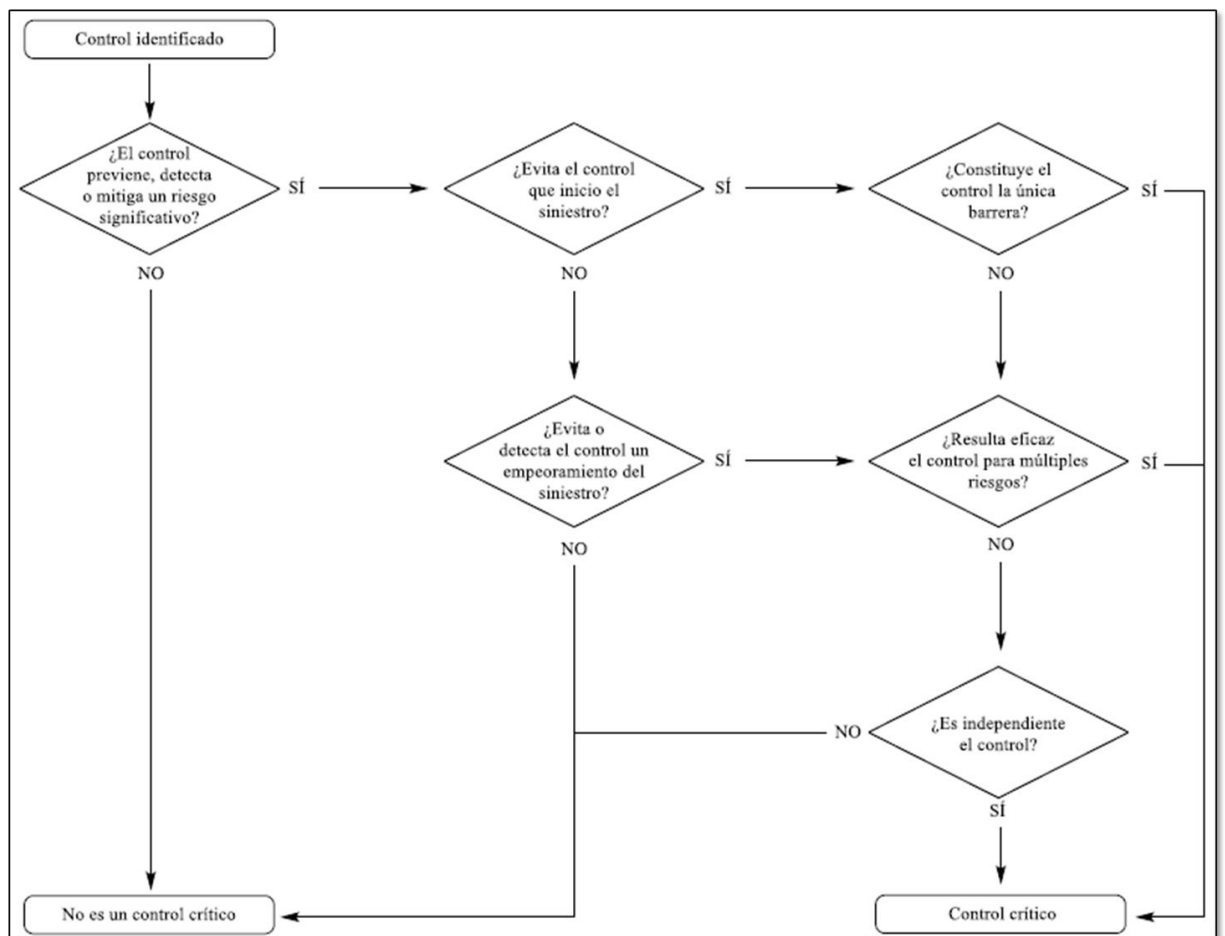
- Adaptar la definición de controles críticos, la información sobre su funcionamiento y los requisitos de verificación al contexto local según sea necesario.
- La planificación de la implementación específica en la explotación puede conllevar un proceso iterativo.
- La planificación específica de la explotación debe incluir el establecimiento de las bases necesarias para la GCC, que deben incluir la definición del liderazgo, un sistema de comunicación y un adecuado desarrollo del conocimiento y la comprensión relacionados con los controles críticos.
- Llevar a cabo las actividades de verificación de los controles críticos descritas en el plan de verificación y elaboración de informes sobre los SSND/los controles críticos (elaborado en la etapa 5).
- Elaborar un informe resumido de los resultados de las actividades de verificación y presentarlo al responsable del control crítico en cuestión. Presentar un informe de estado de la verificación de los controles críticos al responsable del SSND.
- En estos informes se deberá destacar sucintamente la información prioritaria utilizando un sistema tipo semáforo. • Adoptar las medidas necesarias en el caso de que el funcionamiento de los controles críticos caiga por debajo de los umbrales definidos (en la etapa 5).
- Adoptar medidas cuando los controles críticos funcionen de manera inadecuada (cuando su desempeño sea inferior al umbral definido).
- Investigar las causas de un funcionamiento inaceptable de los controles críticos.
- Se deberá utilizar la información y los datos aportados por las investigaciones para la mejora continua de la GCC.

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 4.2.1. Controles Críticos

El proyecto tiene como finalidad difundir los Controles Críticos de Seguridad que deben ser conocidos y practicados por todos los que realizan actividades de riesgo en las operaciones de la Construcción del Canal de Coronación de la presa de relaves de la Minera Atacocha. Los Controles Críticos de Seguridad forman parte del Programa de Prevención de Fatalidades que tiene como objetivo establecer un proceso continuo de identificación, control y gestión de peligros y riesgos con probabilidad de causar fatalidades y accidentes graves. El cumplimiento de los Controles Críticos es obligatorio y responsabilidad de todos.

El árbol de decisión sobre los controles críticos es una herramienta que puede ayudarle a determinar si un control es crítico (Cardoza Ramos, 2019).



**Figura 8 Árbol de controles críticos.**

Fuente: Elaboración propia.

**Las preguntas siguientes pueden ayudar a determinar si un control es crítico:**

- ¿Qué es un control crítico?
- ¿Resulta perentorio el control para prevenir un siniestro o minimizar sus consecuencias?
- ¿Es el único control, o está respaldado por otro en el caso de que el primero falle?
- ¿Implicaría su ausencia o fallo un aumento del riesgo pese a la existencia de otros controles?
- ¿Aborda múltiples causas o mitiga múltiples consecuencias del riesgo negativo no deseado?

El árbol de decisión de la figura, proporcionado por un miembro del ICMM también puede ayudar a determinar si un control es crítico o no. Téngase en cuenta que el árbol de decisión indica que la selección de un control crítico puede constituir un proceso insistente y entrañar la revisión de varios aspectos de un control antes de decidir si cumple los criterios establecidos para ser considerado crítico (Cardoza Ramos, 2019).

Un enfoque específico de un trabajo con respecto a un riesgo crítico no deseado debe incluir un plan global de verificación y elaboración de informes sobre el riesgo crítico no deseado; en las subsecciones de dicho informe se definirá un plan específico de verificación de los controles críticos por parte del responsable, así como las actividades concretas de verificación del control crítico. Puede que sea necesario poner a prueba la estrategia específica a nivel corporativo. Una vez acordada, será necesario elaborar un plan de aplicación de la estrategia en la construcción del canal de coronación.

El plan deberá incluir una especificación del liderazgo, las responsabilidades, un plan de comunicación, normas y el desarrollo del conocimiento y la comprensión relacionados con los controles críticos. El proceso de formulación de observaciones se muestra en el diagrama anterior sobre el proceso de Gestión de Controles Críticos, de la empresa.

Luego se efectúa la verificación del estado de los controles críticos definida y especificada en el plan de verificación y elaboración de informes sobre los riesgos críticos. La información relativa a cada control crítico se recopilará en nombre del responsable del control en cuestión, quien informará periódicamente al responsable. Este flujo de información debe diseñarse de manera que se comuniquen de manera eficiente las desviaciones entre el funcionamiento esperado de los controles críticos y el real (utilizando, por ejemplo, un sistema de información tipo semáforo). Una difusión de los controles críticos y su funcionamiento inadecuado debe desencadenar acciones, que pueden variar desde una investigación hasta una orden de detener con efecto inmediato los procesos de trabajo pertinentes.

El funcionamiento inadecuado o el fallo de los controles críticos deben investigarse y comprenderse con el fin de mejorar continuamente el proceso de difusión de la Gestión de los Controles Críticos. La ausencia de accidentes o incidentes no debe tomarse como una prueba de que los controles funcionan de manera adecuada. Cuando existan varios controles, puede que alguno de ellos falle sin que se produzca incidente alguno debido a la redundancia de controles. Por lo tanto, el proceso de verificación es importante para detectar aquellos controles que no estén funcionando conforme a los requisitos especificados. Cuando tras un incidente se detecte un fallo de un control crítico, este puede deberse a:

- Un peligro o una situación de riesgo (generalmente asociados a una acción o un error humano);

- Un fallo del control crítico;
- Un suceso que provocó o pudo haber provocado un daño grave.

Puede ser necesario revisar los métodos de investigación de incidentes empleados en el área de trabajo para garantizar que el proceso de investigación incluya la identificación de los controles críticos pertinentes, la comprensión de su estado en el momento en que se produjo el siniestro y la causa del fallo del control crítico (Cardoza Ramos, 2019). Es posible que sea necesario modificar muchos métodos comunes de investigación de accidentes para investigar el riesgo crítico no deseado. El fallo del control crítico también puede desencadenar una revisión del diseño de los controles críticos, en relación con sus objetivos y requisitos de funcionamiento. A continuación, se expone a modo de ejemplo un conjunto de preguntas que pueden servir para revisar el diseño, la selección y la gestión de los controles críticos tras un incidente.

Si los controles críticos funcionan de forma inadecuada durante un incidente, se deberá determinar:

- Qué controles críticos fallaron;
- En qué consistió el fallo o el funcionamiento inadecuado de cada uno de ellos;
- Cuáles fueron las causas del fallo o funcionamiento inadecuado; para determinar las causas, puede resultar útil formular “los cinco por qué”.

Con base en las respuestas a la última pregunta, también puede ser útil formular, por ejemplo, las siguientes preguntas sobre los controles críticos:

- ¿Se diseñó el control crítico para actuar en la situación en la que se produjo el incidente?
- ¿Era adecuada la descripción de los requisitos de desempeño del control crítico?
- ¿Incluían los requisitos de desempeño del control crítico las actividades

de gestión requeridas para garantizar su funcionamiento en las circunstancias del incidente?

- ¿Entendían los responsables y operadores del control crítico su objetivo, su diseño y su funcionamiento (es decir, contaban con la formación y/o la experiencia adecuadas)?
- ¿Disponían todos los operadores del control de la documentación adecuada sobre el control crítico?
- ¿Fue posible comprobar a través de las actividades de verificación el estado del control de un modo que hubiera podido evitar el incidente?
- ¿Comunicó el sistema de presentación de informes de verificación el estado del control antes del incidente para poner en marcha las medidas necesarias y evitar el incidente?

A través de la investigación de los fallos del control crítico y del posterior proceso de revisión de dicho control se deben establecer las mejoras o los cambios que sea necesario introducir en el control crítico, incluida la modificación de los requisitos de desempeño y de las actividades de verificación, o incluso la sustitución del control crítico por otro control. Por lo tanto, la investigación y el análisis de los fallos de los controles críticos proporcionan lecciones muy importantes para la mejora continua de la Gestión de los Controles Críticos.

#### **4.2.2. Accidentes Durante el Período 2018 - 2021**

En el año de 2018 la empresa minera ha registrado según la Gerencia de Supervisión Minera, 3 eventos con 1 víctimas (en adelante accidentes mortales), donde el número de eventos fue considerablemente a los que fueron supervisados competencias de acuerdo al Reglamento de Supervisión y Fiscalización y Sanción de las Actividades.

#### **4.2.3. Diagnóstico Situacional de la Aplicación de Controles Críticos**

Para establecer la aplicación de controles críticos se realiza una evaluación inicial o estudio de línea base como un diagnóstico del estado actual de gestión de la seguridad, apoyado con la lista de verificación realizada con el jefe de seguridad.

Estos resultados sirven de base para la planificación, aplicar el sistema de gestión y como referencia para medir su mejora continua.

Estos resultados sirven de base para la aplicación de los controles críticos ya que la seguridad forma parte del programa de prevención de accidentes que tiene como objetivo establecer un proceso continuo de identificación, control y gestión de peligros y riesgos con probabilidad de causar incidentes, lesiones o accidentes fatales.

El cumplimiento de los controles críticos es obligatorio y responsabilidad de todos.

Para aplicar se debe seguir tres pasos identificar y registrar a través del habla fácil una situación de peligro o riesgo; bloquear es controlar o eliminar el peligro revisando el procedimiento; comunicar en las reuniones de 5 minutos y reuniones de comité, comunicar las lecciones aprendidas de planificación, aplicar el sistema de gestión y como referencia para medir su mejora continua.

Para evaluar el estado de cumplimiento de la empresa frente a los requisitos legales, se realizó una revisión correspondiente a las normas vigentes sobre seguridad.

Verificar su cumplimiento y asignar un puntaje de acuerdo a los criterios.

La calificación que se utilizó para evaluar la situación de la empresa Minera Atacocha se encuentra en una ponderación de 0 a 100%, esta ponderación deberá ser dada a cada punto de la norma. Teniendo los siguientes criterios de evaluación:

- Documentada: según requisitos de las normas que se encuentran

establecidos y tiene un medio de soporte. El modelo de soporte puede ser papel, disco electrónico, fotografía una combinación de estos (Cardoza Ramos, 2019).

- Revisión y Aprobación: Es revisada por los responsables del área y aprobado por el Gerente General (Cardoza Ramos, 2019).
- Difundida: presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas mediante registros, programas de cumplimiento, fotos como evidencia (Cardoza Ramos, 2019).
- Actualizada: presentar resultados y evidencias de las actualizaciones de los documentos según las normas (Cardoza Ramos, 2019).

#### **4.2.4. Compromiso de Involucramiento de Controles Críticos**

La empresa el empleador cuenta con los recursos necesarios para la implementación y planificación de un SGSSO, mas no mantiene registros evidencias, sin embargo se observa que este sistema es carente de programas de reconocimiento, sensibilización, autoestima en los trabajadores, etc., también se pudo observar que cuenta con una visión, misión y los alcances de Sistema de Gestión, pero no tiene ningún registro de difusión en las instalaciones y capacitación a todos los trabajadores.

- **Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles.**

El sistema de gestión cuenta con procedimiento, pero sin embargo no cuenta con capacitación, taller, entrenamiento a los trabajadores y supervisores, no cuenta con un equipo conformado para evaluación de Iperc, la matriz de Iperc no se encuentra actualizado, no está difundido en las instalaciones, no se cuenta con listado de peligros significativos (Cardoza Ramos, 2019).

- **Identificación de Requisitos Legales y otros Requisitos.**



No se evidencia un procedimiento para identificación de requisitos legales y otros, la matriz de requisitos se encuentra desactualizado, el Reglamento Interno de Trabajo (RIT) y Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional (RISSO) no se encuentra con registro de difusión y entrega a todos los colaboradores (Cardoza Ramos, 2019).

- **Objetivos, Metas y Programas:**

Existe programa de Seguridad y Salud Ocupacional, Objetivos y Metas sin embargo no se cuenta con registro de difusión y aprobación por parte del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, de la misma forma no se cuenta con método de seguimiento y control (Cardoza Ramos, 2019).

- **Recursos, Funciones, Responsabilidades y Autoridad**

Se evidencia que cuenta con Manual de Organizacional y Funciones (MOF), Representante de Alta Dirección (RAD), Organigrama Funcional de la Empresa están desactualizados y no cuenta con registro de difusión y entrega, se evidencia deficiencia de personal responsable en el Área de Seguridad, de la misma forma que los Reglamentos Interno de Trabajo (RIT), Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional (RISSO), Decreto Supremo 024-2016-EM y Decreto Supremo 023-2017-EM no se evidencia registros de difusión y entrega a los colaboradores (Cardoza Ramos, 2019).

- **Competencia, Formación, y Toma de Conciencia**

Se evidencia que cuenta con procedimiento documentado y difundido, se cuenta con programa de capacitación mas no capacitación externa y sensibilización, no hay evidencias de inducción al personal nuevo, charlas antes de jornada, sensibilización, evaluaciones a los trabajadores, encuestas en necesidad de formación, capacitar a los

miembros de comités de SST (Cardoza Ramos, 2019).

- **Comunicación, Participación y Consulta**

El Sistema de Gestión cuenta con un procedimiento y acta de Comité de SST, sin embargo no se evidencia registro sobre control y seguimiento de acuerdos de comité de SST, la convocatoria a las elecciones de CSST, informe trimestral de CSST, proceso de electoral (antes, durante y después), entrega de actas de comité a los miembros de CSST; el directorio se observa que no está actualizado y difundido, las señalizaciones (Superficie e Interior Mina) se encuentran deficientes, registros de medio de comunicación, las publicaciones están deficientes y desactualizados (Cardoza Ramos, 2019).

- **Capacitación**

Elaboración, documentación y difusión de Capacitaciones constantes sobre seguridad y Salud Ocupacional (Cardoza Ramos, 2019).

- **Control Operacional**

Los procedimientos aprobados y difundidos, mientras que los Pests, formatos, estándares, instructivos se encuentran actualizados aprobados, se evidencia con programa de capacitación con registro de cumplimiento, las herramientas de gestión de seguridad evidencian de su cumplimiento, los reportes de actos y condiciones de subestándar tienen son controlados y se efectúan su seguimiento.

- **Medición y Seguimiento del Desempeño**

Se debe contar con evidencias del programa y ejecución de Monitoreo de Agentes Físicos, Químicos, Biológicos y Riesgos, se debe contar con registro de programa y cumplimiento de calibración de equipos, las estadísticas de seguridad no se encuentran actualizados, contar con mecanismo de seguimiento al desempeño de seguridad de los

supervisores y seguimiento a los programas y objetivos de seguridad (Cardoza Ramos, 2019).

- **Investigación de Incidentes**

Se cuenta con un procedimiento de investigación de incidentes, donde se evidencia registro de reporte de accidentes, difusión de incidentes/accidentes, análisis de causa básica de incidentes/accidentes, se cuenta con un equipo de investigación de Incidentes/Accidentes (Cardoza Ramos, 2019).

Finalmente, los resultados obtenidos con respecto al Diagnóstico Situacional son entregados en un informe a la Gerencia de Seguridad Gerencia General para su conocimiento (Cardoza Ramos, 2019).

#### **4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

##### **4.3.1. Hipótesis General**

La aplicación de los controles críticos permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

Por lo tanto:

H0: La aplicación de los controles críticos NO permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

H1: La aplicación de los controles críticos SI permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.

Para la prueba de hipótesis haremos uso de la base de datos de la Tabla 3.

**Tabla 3. Defectos o fallos en el estudio Pre y Post.**

Proceso	item	defectos_pre	defectos_post
1	1	0	0
	2	17	0

2	3	21	0	
	4	0	0	
	5	76	0	
	6	0	0	
	7	100	0	
	8	31	2	
	9	58	15	
	10	0	0	
	11	100	0	
	12	2	0	
	13	100	2	
	14	61	0	
	15	54	6	
	16	42	0	
	17	39	2	
	18	56	0	
	3	19	87	6
	4	20	0	0
5	21	0	0	
6	22	73	13	
Total		917	46	
		41.68%	3.37%	

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4 se explica la definición de las variables.

**Tabla 4. Definición de variables.**

Variables	Significado	Código	Tipo de variable
Proceso	Características críticas consideradas para obtener los DPMO (defectos Por Millón de Oportunidades)		Cualitativa
	Entregar el talonario de hojas reportes de controles críticos al colaborador	1	
	Reportar un acto o condición subestándar	2	
	Entregar la hoja reportada de controles críticos	3	
	Ingresar al sistema el reporte de acto o condición subestándar	4	
	Enviar al correo electrónico el reporte de acto o condición subestándar	5	

	Realizar el levantamiento del acto o condición subestándar	6	
Item	Variables de la herramienta de seguridad "controles críticos"		Cualitativa
	Fecha de entrega del talonario	1	
	Nombre	2	
	Superintendencia	3	
	Fecha	4	
	Área	5	
	DNI	6	
	Nº equipo de reconocimiento	7	
	Clasificación	8	
	Potencial de gravedad	9	
	Lugar	10	
	Equipo	11	
	Descripción de la observación	12	
	Riesgos críticos de seguridad	13	
	Riesgos críticos de medio ambiente	14	
	Acción de bloqueo	15	
	Plan de acción	16	
	Responsable	17	
	Plazo	18	
	Fecha de entrega a seguridad	19	
	Fecha de entrega al sistema	20	
	Fecha de envío al correo electrónico	21	
	Fecha de levantamiento	22	
defectos	Defectos o fallos en la prevención de accidentes y situaciones de riesgo		Cuantitativa
<b>Variables</b>	<b>Significado</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de Variable</b>
defectos_pre	Defectos o fallos antes de la aplicación de los controles críticos de seguridad.		
defectos_post	Defectos o fallos después de la aplicación de los controles críticos de seguridad		

Fuente: Elaboración propia.

## 1. Prueba de normalidad

Para lo cual tenemos:

H<sub>0</sub>: La distribución de los datos se ajusta a la curva normal.

H<sub>1</sub>: La distribución de los datos no se ajusta a la curva normal. Usando el programa estadístico Jamovi, tenemos:

**Tabla 5. Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)**

			<b>statistic</b>	<b>p</b>
defectos_pre	defectos_post	Shapiro Wilk	0.89	0.0186
		Kolmogorov	0.172	0.534
		Smirnov		
		Anderson	0.727	0.0496
		Darling		

Fuente: Elaboración propia.

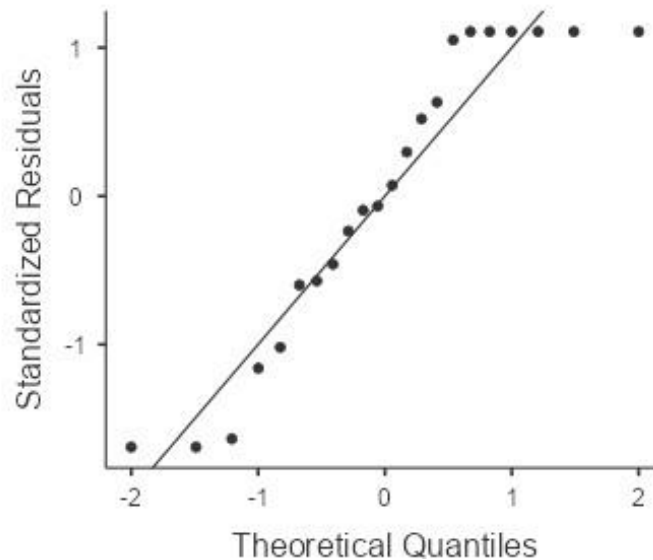
Como  $p < 0.001$  Se rechaza la H<sub>0</sub>,

Por lo tanto, la distribución de los datos no se ajusta a la curva normal.

Ver Figura 9.

## Plots

defectos\_pre - defectos\_post



**Figura 9 Gráfico Q-Q plot de la prueba de normalidad.**

Fuente: Elaboración propia.

## 2. Comparación de grupos relacionados

Para lo cual calculamos el pvalor para la prueba no paramétrica de Wilcoxon, así como también el tamaño del efecto según los criterios para el coeficiente de correlación de rango biserial.

H<sub>0</sub>: La diferencias de medias es igual a 0.

H<sub>1</sub>: La diferencia de medias es distinto a 0. Es decir hay diferencias.

Usando el programa estadístico Jamovi, tenemos:

**Tabla 6. Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.**

		Statis tic	df	p	Mean difference	SE difference		Effect Size	
defectos _pre	defectos _post	Student's t	5.201	21	3.74E-05	39.591	7.613	Cohen'sd	1.109
		Wilcoxon W	136		4.81E-04	53.99	7.613	Rank biserial correlation	1

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 6 tenemos el valor de  $p = 0.000481$ ,

Como  $p < 0.05$  se rechaza la H<sub>0</sub>, por lo tanto existen diferencias estadísticamente significativas entre los defectos de seguridad considerando los tipos de controles críticos pre y post.

Para evaluar el tamaño del efecto, tenemos los criterios para el coeficiente de correlación de rango biserial que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Criterios para el coeficiente de correlación de rango biserial**

Coeficiente	Interpretación
Menor a 0.10	Nulo o Trivial
Entre 0.10 y 0.30	Pequeño
Entre 0.30 y 0.50	Mediano
Mayor a 0.50	Grande

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de la Tabla 6, el tamaño del efecto es de 1,

además según la Tabla 7, este valor es mayor que 0.50, por lo que podemos concluir que el tamaño del efecto es grande.

Además mostramos los indicadores descriptivos de los datos, en la Tabla 8.

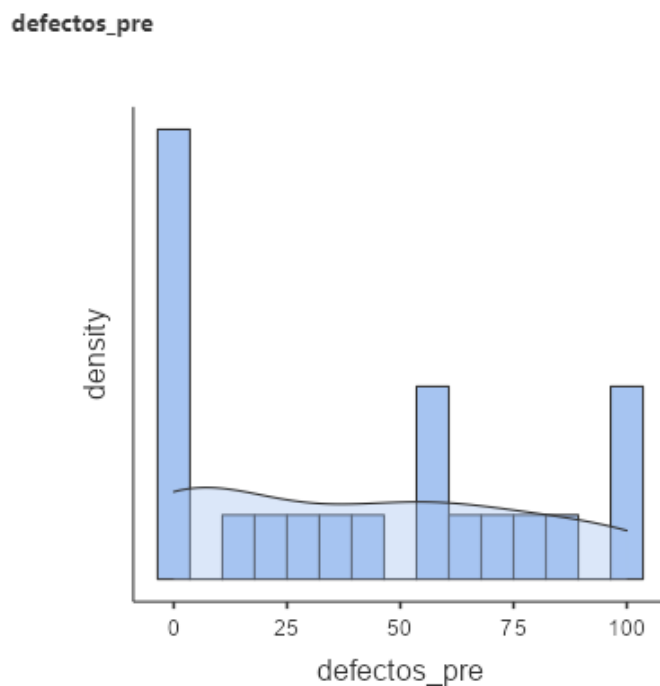
**Tabla 8. Indicadores estadísticos de los grupos relacionados.**

	N	Mean	Median	SD	Minimum	Maximum
defectos_pre	22	41.682	40.5	36.884	0	100
defectos_post	22	2.091	0	4.264	0	15

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 8 se observan la media y la mediana de los defectos pre y post de la gestión de los controles críticos de riesgos en la Minera Atacocha.

### Plots

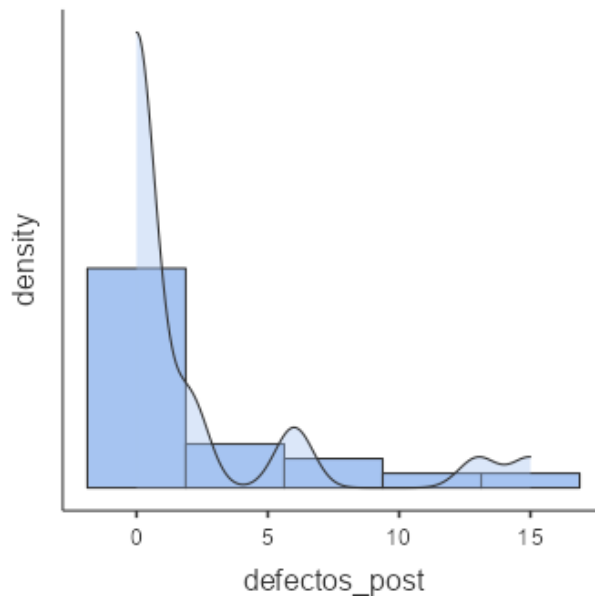


**Figura 10. Gráfico de barras de los defectos-pre de la gestión de controles críticos de seguridad.**

Fuente: Elaboración propia



defectos\_post



**Figura 11 Gráfico de barras de los defectos-post de la gestión de controles críticos de seguridad**

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, habiéndose demostrado mediante la comparación de medias que es  $\neq 0$  por lo que existen diferencias estadísticamente significativas entre los controles críticos de seguridad pre y post, se demuestra que la aplicación de los controles críticos de seguridad en la Minera Atacocha previene y reduce los accidentes siendo un método efectivo para proteger la vida de los trabajadores de la Minera.

#### **4.3.2. Hipótesis Específicas**

##### **Primera Hipótesis Específica**

Con la aplicación de la etapa identificar de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

Donde:

$H_0$  = La etapa de identificación de los controles críticos No permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relaves en la Minera Atacocha.

H1 = La etapa de identificación de los controles críticos SI permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relaves en la Minera Atacocha.

**Tabla 9. Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.**

	Statistic	df	p	Mean difference	SE difference	Effect Size		
defectos_pre - defectos_post	Student's t	5.201	21	3.74E-05	39.591	7.613	Cohen's d	1.109
	Wilcoxon W	136	4.81E-04	53.99	7.613	Rank biserial correlation	1	

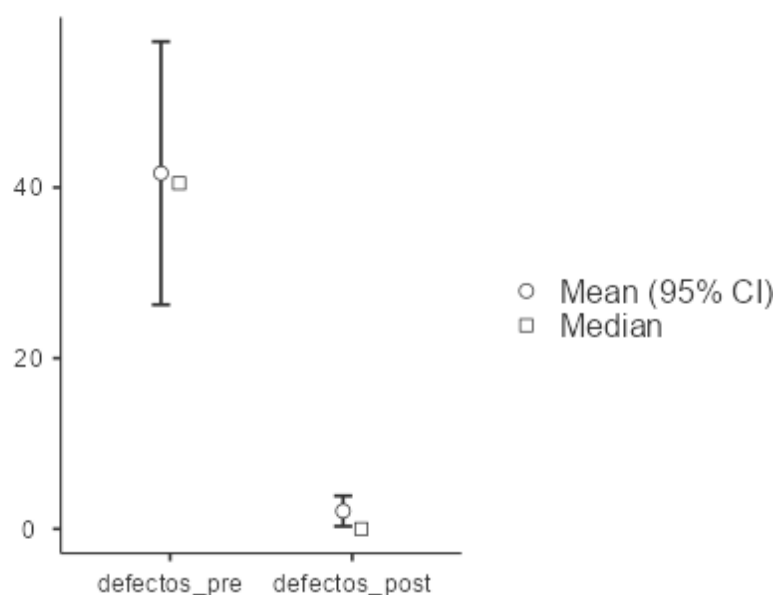
Fuente: Elaboración propia

De la prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas se tiene que  $p < 0.05$  por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Por lo que la etapa de identificación de los controles críticos SI permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relaves en la Minera Atacocha reduciendo a cero los accidentes en beneficio de los trabajadores.

### Plots

defectos\_pre - defectos\_post



**Figura 12 Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión**

### **de controles críticos de seguridad**

Fuente: Elaboración propia

#### **Segunda Hipótesis Específica**

Con la aplicación de la etapa bloquear de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

Donde:

H<sub>0</sub> = Con la aplicación de la etapa bloquear de los controles críticos NO permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

H<sub>1</sub> = Con la aplicación de la etapa bloquear de los controles críticos SI permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

**Tabla 10. Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.**

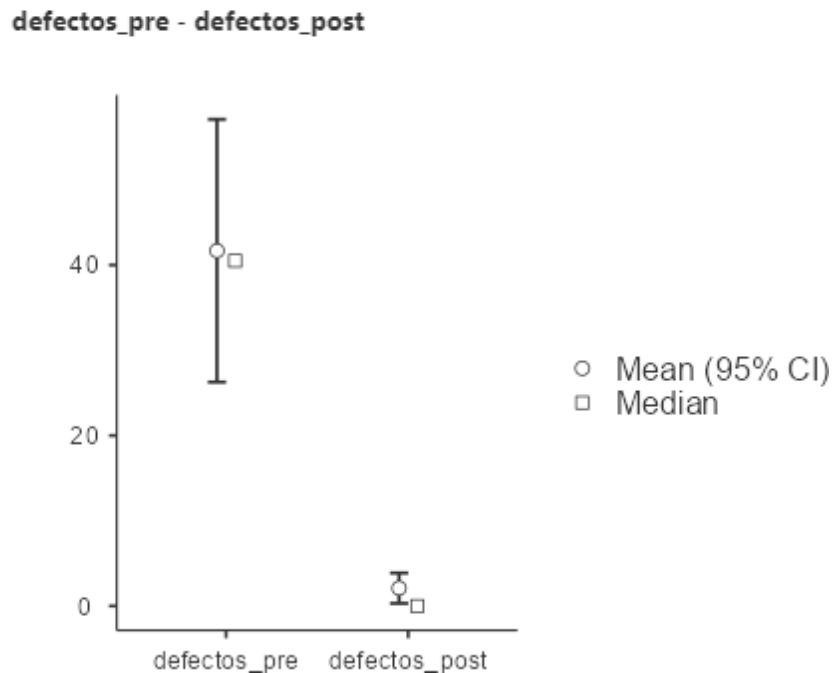
	Statis tic	df	p	Mean difference	SE difference		Effect Size
defectos_ pre	Student's t	21	3.74E-05	39.591	7.613	Cohen's d	1.109
defectos_ post	Wilcoxon W	136	4.81E-04	53.99	7.613	Rank biserial correlat ion	1

Fuente: Elaboración propia

De la prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas se tiene que  $p < 0.05$  por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Por lo que la etapa de etapa de bloqueo de los controles críticos si nos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relaves en la Minera Atacocha reduciendo a cero los accidentes en beneficio de los trabajadores.

## Plots



**Figura 13 Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión de controles críticos de seguridad**

Fuente: Elaboración propia

### Tercera Hipótesis Específica

Con la aplicación de la etapa comunicación de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

Donde:

H0 = Con la aplicación de la etapa comunicación de los controles críticos NO permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

H1 = Con la aplicación de la etapa comunicación de los controles críticos SI permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.

**Tabla 11. Prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas.**

		Statistic	df	p	Mean difference	SE difference		Effect Size	
defectos_pre	defectos_post	Student's t	5.201	21	3.74E-05	39.591	7.613	Cohen's d	1.109
		Wilcoxon W	136	4.81E-04	53.99	7.613		Rank biserial correlation	1

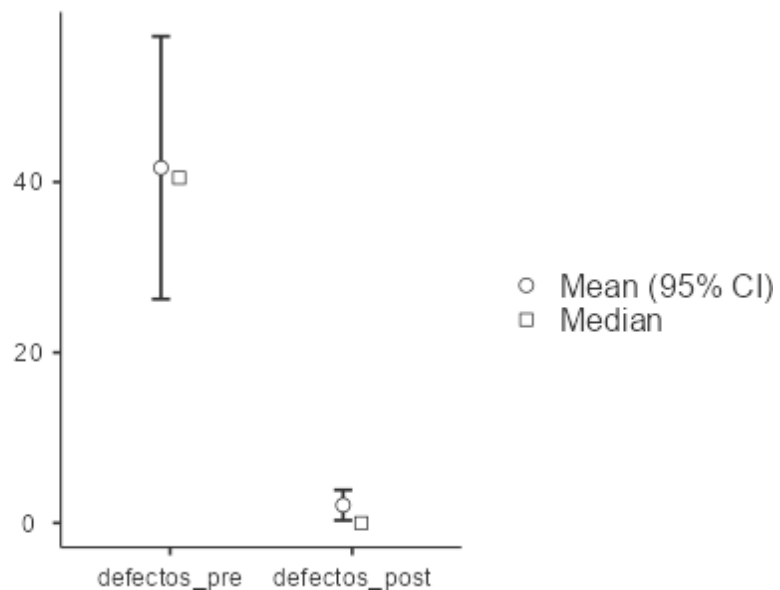
Fuente: Elaboración propia

De la prueba T de Wilcoxon para muestras relacionadas se tiene que  $p < 0.05$  por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Por lo que la etapa de etapa de comunicación oportuna de los riesgos y peligros críticos si permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relaves en la Minera Atacocha reduciendo a cero los accidentes en beneficio de los trabajadores.

### Plots

defectos\_pre - defectos\_post

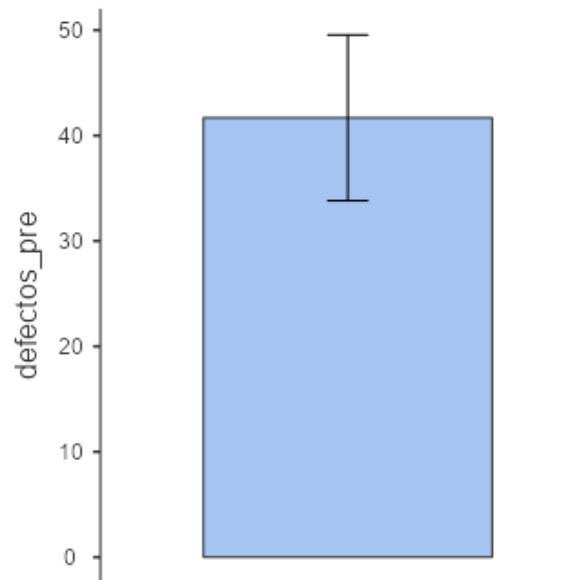


**Figura 14. Gráfico de la media y mediana de los defectos pre y post de la gestión de controles críticos de seguridad**

Fuente: Elaboración propia

## Plots

defectos\_pre

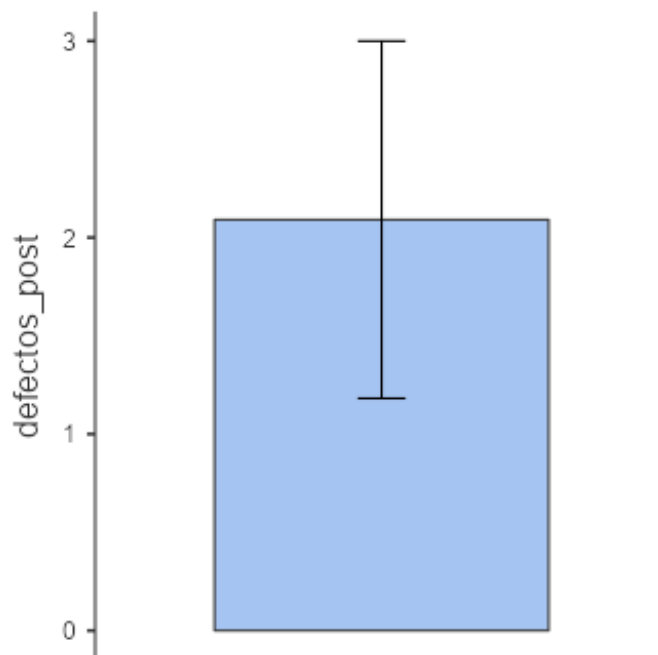


**Figura 15 Gráfico de barras de los defectos pre de la gestión de controles críticos de seguridad**

de controles críticos de seguridad

Fuente: Elaboración propia

defectos\_post



**Figura 16 Gráfico de barras de defectos post de la gestión de controles críticos**

***de seguridad.***

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Con la aplicación de los controles críticos para prevenir accidentes en la Construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha, se obtuvieron mejoras significativas en la reducción de accidentes/incidentes laborales, las mediciones se realizaron a través de auditorías internas, externas e índice de seguridad evaluadas al inicio y al final de la aplicación del método Six Gama (Cardoza Ramos, 2019).

Los índices de accidentes, nos demuestra que con la aplicación de controles críticos ha permitido disminuir el índice de accidentabilidad de 2.50 a 0 hasta la fecha, por lo que, aplicando la política de mejora continua, habla fácil en años sucesivos se deben ir bajando a un más de los índices de accidentes, tomando como base la estadística (Cardoza Ramos, 2019).

El comportamiento humano, es la base fundamental para el éxito de la seguridad en toda empresa minera y es ahí donde se tiene que incidir a través de aplicar trespasos identificando y registrando a través del habla fácil una situación de peligro o riesgo; bloquear es controlar o eliminar el peligro revisando el procedimiento; comunicar en las reuniones de 5 minutos y reuniones de comité, comunicar las lecciones aprendidas, programas de capacitación, y la empresa debe aprovechar este acercamiento del supervisor o encargado de la seguridad con los trabajadores para inculcarles una cultura de seguridad (Cardoza Ramos, 2019).

Las capacitaciones diarias constituyen una manera de acercamiento a los trabajadores, más aún cuando ellos participan y cuentan sus experiencias, ya que es el momento adecuado para recibir sus opiniones o aportes del trabajo que se va a realizar y sobre todo evaluar sus conocimientos en materia de prevención y así desarrolla uno de los elementos que constituyen el plan como es el de

“Capacitación, sensibilización y evaluación de competencia” (Cardoza Ramos, 2019).

El invertir en capacitación del personal (tiempo, recurso y otros) permite optimizar las actividades productivas, mejorando continuamente los tres elementos fundamentales de cualquier tipo de empresa; productividad – seguridad (CardozaRamos, 2019).

Los trabajadores no siempre reconocen la importancia de la capacitación de la seguridad, o piensan que es innecesario porque han “estado haciendo sus labores durante años y no les ha ocurrido ningún accidente” (Cardoza Ramos, 2019). Peroun beneficio importante de un entrenamiento continuo de seguridad es el recordarles que pueden existir peligros y que nadie es inmune a los accidentes. Por lo tanto, es importante que los trabajadores entiendan el propósito de las charlas de capacitación, carteles de seguridad los folletos y cualquier otro material, porque les serán útiles, y por las posibles consecuencias de no seguir lasreglas y los procedimientos de seguridad (Cardoza Ramos, 2019).

Esto refuerza su credibilidad ante el cliente, que la empresa tendrá menos incidentes/accidentes. Como bien es conocido, resulta menos costo siempre mantener a los empleados actuales que contratar y entrenar a nuevos.

En definitiva, resalta que, con la aplicación de controles críticos, no solo ayudamos a mejorar la seguridad de los trabajadores que es el principal objetivo que se busca, sino que también supone otros beneficios para la organización a largo plazo. Razón por la cual la empresa Atacocha vio por conveniente aplicar estos controles (Cardoza Ramos, 2019).



## CONCLUSIONES

1. Comprobamos la reducción del nivel de riesgo e impacto asociado a eventos con el potencial de generar accidentes causados por la construcción de taludes empleando la gestión de controles críticos con la metodología Six Sima, debido a la aplicación en primera instancia a 3 controles críticos preventivos y posterior a estos 3 controles críticos mitigadores.
2. Mediante el uso de técnicas como el habla fácil, una situación de peligro o riesgo; bloquear es controlar o eliminar el peligro revisando el procedimiento; comunicaren las reuniones de 5 minutos y reuniones de comité, comunicar las lecciones aprendidas se descubrió que los accidentes tienen como principal causa los actos y condiciones inseguras, mismas que tienen origen en una débil cultura preventiva, necesidades de información insatisfechas y que el análisis de riesgo no es una tarea interiorizada por el personal. Vale decir que, en concordancia con últimas investigaciones, los actos inseguros presentan mayor porcentaje como factor de causa en la ocurrencia de accidentes.
3. En la protección de máquinas se debe estar capacitado y autorizado para el uso de un equipo específico, solamente operar las máquinas o equipos si todos los dispositivos de seguridad instalados están operativos.
4. En el manejo de explosivos estar habilitado y autorizado, garantizar el cumplimiento del protocolo de voladura, cumplir con el plan de voladura.
5. En sistemas presurizados solo se debe operar si tiene el programa de mantenimiento al día, garantizar el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.
6. Basadas en las causas del problema identificadas (débil cultura preventiva y que el análisis de riesgo no es una tarea interiorizada por el personal), se

desarrolló una propuesta de mejora que encierra la creación de un nuevo procedimiento, del proceso de prevención de accidentes; introduciendo además el uso del “Habla Fácil” y una herramienta para medir el impacto de los riesgos de seguridad.

7. Se concluye que con la aplicación de controles críticos se logró la reducción y/o minimización de incidentes y accidentes laborales de manera notable con cero incidentes y accidentes reportados durante el tiempo de estudio, evidenciado a través de indicadores de gestión corporativo y de unidad.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el proceso de toma de datos debe ser realizado por personal capacitado y experimentado con la finalidad de reunir información confiable a fin de tomar las decisiones correctas.
2. Se recomienda la implementación de reuniones entre personal de los diferentes procesos de la empresa para determinar las metas y objetivos de seguridad, evitar discordancias y percances en el desarrollo de las actividades propias de cada proceso.
3. Se recomienda que el sistema de gestión debe ser de conocimiento de todos los trabajadores a través de una comunicación efectiva, a fin de involucrar a todo el personal y lograr mejores resultados evitando cualquier tipo de eventos y disconformidades.
4. Trabajar de forma conjunta con los supervisores y así se involucren en la aplicación de los métodos como el de habla fácil e identificación de peligros en las capacitaciones para establecer controles en el personal y así verificar constantemente el cumplimiento de estas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Yauri, R. E. (2021). *Incremento de la rentabilidad económica optimizando la operación transporte de mineral en la ECM Martínez Contratistas e Ingeniería SA Unidad Minera Atacocha.*
- Briones González, C. A. (2014). *Impacto de accidentes y enfermedades laborales en la empresa minera.*
- Cardoza Ramos, O. F. (2019). *Incremento de la recuperación de zinc en el proceso de lixiviación empleando la metodología Seis Sigma en la empresa Nexa Resources Cajamarquilla.*
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). *Normalización. Serie normas ISO 9000.*
- Coaquira Rosas, M. L. (2017). *Mejoramiento continuo del sistema de gestión de riesgos mediante la aplicación correcta del IPERC de la unidad minera Tacaza.*
- Falla Velásquez, N. R. (2012). *Riesgos laborales en minería a gran escala en etapas de prospección-exploración de metales y minerales en la región sur este del Ecuador y propuesta del Modelo de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional para empresas mineras en la provincia de Zamora Chi.*
- Hernández-Sampieri, R. (2010). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hill (ed.); Quinta edi).
- Inche Chávez, A. M. (2018). *Implementación de matrices de bloqueo de energía en la unidad minera Atacocha para la eliminación de accidentes y su influencia en la productividad en los procesos.*
- Kim, T. W., & Donaldson, T. (2018). Rethinking right: Moral epistemology in management research. *Journal of Business Ethics*, 148(1), 5–20.
- Osinermin. (2021). *Estadística de accidentes en las minas del Perú.*
- Pino, R. (2018). *Metodología de la investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis.* San Marcos.

- Pulgar, J. (1967). Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales. *Lima: Ausonia*.
- Reyes Marroquin, P. B. (2019). *“Reducción de costos operativos por medio del control de indicadores en el proceso de perforación y voladura en Minera Yanaquihua S.A.C. 1–80.*
- Ricse Atanacio, J. R. (2022). *Influencia de la aplicación de la metodología de mejora continua a la herramienta de seguridad “Habla fácil” en la prevención de accidentes y situaciones de riesgo en el área de operaciones mina-Nexa Resources Atacocha SAA.*
- Rodriguez Mejía, R., Cueva Tintaya, E., & Carlotto Caillaux, V. (2011). Geología del Cuadrángulo de Cerro de Pasco, hoja 22-k. *Ingemmet*.
- Tuovinen, L., & Röning, J. (2005). Balance of power: the social-ethical aspect of data mining. *Proceedings of the Sixth International Conference of Computer Ethics: Philosophical Enquiry*, 367–379.
- Yanac Yauri, C. U. (2016). *Diseño óptimo de mallas de perforación y voladura de rocas para reducir costos operacionales en la construcción de la rampa (+) 3540 zona Santa Barbara Cia Minera Atacocha SAA.*

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Instrumentos de recolección de datos.**

**Tabla 12. Criterio de evaluación de severidad.**

SEVERIDAD		CRITERIOS		
		Lesión Personal	Daño de la Propiedad	Daño al Proceso
Catastrófica	1	Varias fatalidades. Varias personas con Lesiones Permanentes	Pérdidas por un monto superior a US\$ 100, 000	Paralización del Proceso más de un mes o paralización definitiva
Fatalidad (perdida mayor)	2	Una fatalidad. Estado Vegetal	Pérdidas por un monto entre US\$ 10, 000 y US\$ 100, 000	Paralización del Proceso más de una semana y menos de un mes
Pérdida Permanente	3	Lesiones que Incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades Ocupacionales avanzadas	Pérdidas por un monto entre US\$5, 000 y US\$ 10,000	Paralización del Proceso más de un día o menos de una semana
Pérdida Temporal	4	Lesiones que Incapacitan a la persona Temporalmente. Lesiones por Posición Ergonómica	Pérdidas por un monto entre US\$ 1, 000 y US\$ 5,000	Paralización de un día
Insignificante	5	Lesión que no incapacita a la persona. Lesiones leves	Pérdidas menor a US\$ 1, 000	Paralización menor de un día

*En caso de que apliquen varios niveles de calificación de severidad seleccione*

*la de MENOR VALOR NUMERICO.*

Fuente: Inche Chávez (2018, p. 151)

**Tabla 13. Criterio de evaluación de probabilidad.**

PROBABILIDAD		CRITERIOS	
		Probabilidad de frecuencia	Frecuencia de exposición
Común (muy probable)	A	Sucede con demasiada Frecuencia	Muchas (6 a más) personas expuestas. Varias veces al día.
Ha sucedido (probable)	B	Sucede con Frecuencia	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	C	Sucede Ocasionalmente	Pocas (1 a 2) personas expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente.
Raro que suceda (poco probable)	D	Rara vez ocurre, no es muy Probable que ocurra	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente.
Prácticamente imposible que suceda	E	Muy rara vez ocurre. Imposible que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente.

*En caso de que apliquen varios niveles de calificación de probabilidad*

*seleccione la de MAYOR CALIFICACION. Se selecciona el mayor*

*A>B>C>D>E*

Fuente: Inche Chávez (2018, p. 152)

**Tabla 14. Criterio de probabilidad versus severidad.**

			PROBABILIDAD				
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			A	B	C	D	E
SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Fatalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25

Fuente: Inche Chávez (2018, p. 153)



**Tabla 15. Nivel de riesgo.**

<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>PUNTUACION</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>PLAZO DE CORRECCION</b>
<b>ALTO</b>	1 – 8	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar PELIGRO – RIESGOS se paraliza los trabajos operacionales en la labor	0-24 horas
<b>MEDIO</b>	9 – 15	Riesgo Tolerable que requiere iniciar medidas para eliminar/ reducir/controlar el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata.	0-72 horas
<b>BAJO</b>	16 – 25	Este riesgo es tolerable	1 MES

Fuente: Inche Chávez (2018, p. 153)

**Anexo 2ase de datos.**

Reporte	Item																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
2	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
4	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
5	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
7	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
8	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
9	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
10	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
11	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
12	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
13	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
14	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
16	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
17	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
18	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1
19	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
20	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
21	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
22	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
23	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1

25	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
26	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
27	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
29	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
30	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
32	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
33	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
34	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
36	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
37	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
39	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
40	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
41	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
42	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
44	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
45	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1
46	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
47	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
48	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
49	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
51	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
52	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1

53	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	
54	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
55	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
56	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
57	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
58	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
59	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
60	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1
61	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
62	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
63	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
64	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
65	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
66	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
67	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
68	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
69	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
70	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1
71	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
72	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
73	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0
74	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
75	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
76	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
77	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
78	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
79	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1
80	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1

81	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
82	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1
83	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1
84	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
85	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
87	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
88	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
89	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
90	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1
91	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
92	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
93	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
94	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
95	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
96	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
98	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
99	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Correcto</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>79</b>	<b>100</b>	<b>24</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>69</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>98</b>	<b>0</b>	<b>39</b>	<b>46</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>44</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>27</b>
<b>Incorrecto</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>76</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>100</b>	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>56</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>73</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 3. Características críticas para obtener los DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades).**

<b>N°</b>	<b>Proceso</b>
1	Entregar el talonario de hojas reportes de controles críticos al colaborador
2	Reportar un acto o condición subestándar
3	Entregar la hoja reportada de controles críticos
4	Ingresar al sistema el reporte de acto o condición subestándar
5	Enviar al correo electrónico el reporte de acto o condición subestándar
6	Realizar el levantamiento del acto o condición subestándar

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 4. Cantidad de defectos y oportunidades consideradas para obtener los DPMO.(Defectos Por Millón de Oportunidades).**

<b>Características Críticas de Calidad CCC</b>	<b>Defectos</b>	<b>Oportunidades</b>
1	0	1
2	757	17
3	87	1
4	0	1
5	0	1
6	73	1
	917	22

**Anexo 5. Procesos y sus variables de las herramientas de seguridad “controles críticos”.**

Proceso	Características críticas de calidad	Ítem (variables)	
1	Entregar el talonario de hojas reportes de "controles críticos" al colaborador	1	Fecha de entrega del talonario
2	Reportar un acto o condición subestándar	2	Nombre
		3	Superintendencia
		4	Fecha
		5	Área
		6	DNI
		7	N° equipo de reconocimiento
		8	Clasificación
		9	Potencial de gravedad
		10	Lugar
		11	Equipo
		12	Descripción de la observación
		13	Riesgos críticos de seguridad
		14	Riesgos críticos de medio ambiente
		15	Acción de bloqueo
		16	Plan de acción
		17	Responsable
		18	Plazo
		3	Entrega de la hoja reportada de "controles críticos"
4	Ingresar al sistema el reporte de acto o condición subestándar	20	Fecha de entrega al sistema
5	Enviar al correo electrónico el reporte de acto o condición subestándar	21	Fecha de envío al correo electrónico
6	Realizar el levantamiento del acto o condición subestándar	22	Fecha de levantamiento

**Anexo 6. Matriz de consistencia.**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>General</b> ¿Es posible prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave con la aplicación de los controles críticos en la Minera Atacocha?</p> <p><b>Específico 1</b> ¿Cómo influye la aplicación de la etapa de identificación de los controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?</p> <p><b>Específico 2</b> ¿Cómo influye la aplicación de la etapa de bloqueo de los controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?</p> <p><b>Específico 3</b> ¿Cómo influye la aplicación de la etapa de comunicación de los</p>	<p><b>General</b> Prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha mediante la aplicación de los controles críticos.</p> <p><b>Específico 1</b> Con la aplicación de la etapa de identificación de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>Específico 2</b> Con la aplicación de la etapa de bloqueo de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>Específico 3</b> Con la aplicación de la etapa de comunicación de los controles críticos se previene los accidentes en la construcción del canal de coronación de la</p>	<p><b>General</b> La aplicación de los controles críticos permite prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha.</p> <p><b>Específico 1</b> Con la aplicación de la etapa de identificación de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>Específico 2</b> Con la aplicación de la etapa de bloqueo de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>Específico 3</b> Con la aplicación de la etapa de comunicación de los controles críticos permite prevenir los accidentes en la</p>	<p><b>Variable Independiente (X)</b> X = Aplicación de controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>Variable Dependiente (Y)</b> Y = Prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p>X2 = Etapa de bloqueo de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p>X3 = Etapa de comunicación de los controles críticos en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p> <p><b>INDICADORES:</b> X11 = Registro de situaciones de riesgo. X12 = Registro de situaciones de peligro. X21 = Controlar el peligro o riesgo. X22 = Eliminar el peligro o riesgo. X23 = Revisar el procedimiento. X31 = Reuniones de 5 minutos.</p>	<p><b>Nivel:</b> Descriptivo.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Método:</b> Hipotético deductivo.</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental.</p>



<p>controles críticos para prevenir los accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave de la Minera Atacocha?</p>	<p>presa de relave en la Minera Atacocha.</p>	<p>construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.</p>	<p>X32= Reuniones de comité.  <b>Variable Dependiente (Y)</b>  Y = Prevenir accidentes en la construcción del canal de coronación de la presa de relave en la Minera Atacocha.  <b>INDICADORES:</b>  Y<sub>1</sub>= Índice de frecuencia de accidentes laborales antes de la aplicación del método.  Y<sub>2</sub>= Índice de frecuencia de accidentes laborales después de la aplicación del método.</p>	
--	---	--	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7. Controles críticos.

## Los 20 Controles Críticos de Seguridad

### • Básico

1. ★ Inventario y Control de Activos de Hardware
2. ★ Inventario y Control de Activos de Software
3. ★ Gestión Continua de Vulnerabilidades
4. ★ Uso controlado de privilegios administrativos
5. ★ Configuraciones seguras para hardware y software en los dispositivos
6. ★ Mantenimiento, monitoreo y análisis de los registros de auditoría

### • Fundacional

7. ● Protecciones de correo electrónico y navegador web
8. ● Protección contra el malware
9. ● Limitación y control de los puertos de red, protocolos y servicios
10. ● Capacidades de recuperación de datos
11. ● Configuraciones seguras para dispositivos de red, como cortafuegos, enrutadores y conmutadores
12. ● Protección en el perímetro
13. ● Protección de Datos
14. ● Acceso controlado basado en la necesidad de conocimiento
15. ● Control de acceso inalámbrico
16. ● Control y monitoreo de cuenta

### • Organizacional

17. Implementar un programa de concientización y entrenamiento de seguridad
18. ★ Seguridad de aplicaciones
19. Respuesta y manejo de incidentes
20. Pruebas de penetración y ejercicios del equipo rojo

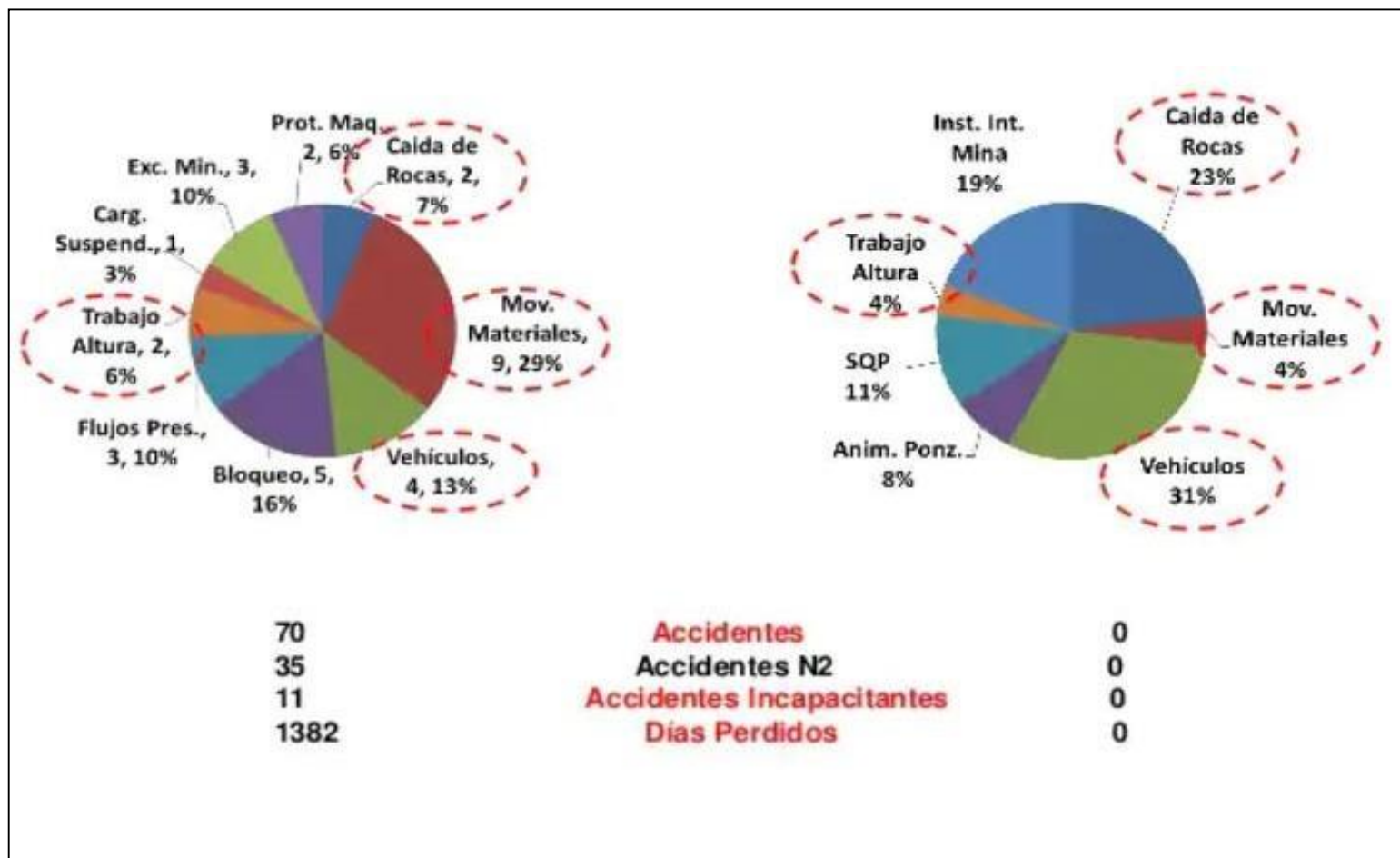
Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 8. Los 5 porqués.**

Fuente: Elaboración propia.



Anexo 9. Habla fácil.



Fuente: Elaboración propia.