



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS MINERAS TRAS EL IMPACTO DE LA PANDEMIA-COVID 19 PARA CONECTAR A LOS TRABAJADORES CON LA MINA E IMPLEMENTAR PROCESOS DE CONTROL EN EL SECTOR -PERÚ”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA DE MINAS

Autor:

Adriana Isabel Silva Sanchez

Asesor:

Mg. Ing. Miguel Ricardo Portilla Castañeda

<https://orcid.org/0000-0002-3676-7137>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gladys Sandi Licapa Redolfo	REG.CIP:121969
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Rafael Napoleón Ocas Boñón	REG.CIP:169542
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Oscar Arturo Vásquez Mendoza	REG.CIP: 207418
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Estrategias Tecnológicas Mineras 2

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	3%
3	ucsp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	propuestaciudadana.org.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.equipo-minero.com Fuente de Internet	1%
7	documentop.com Fuente de Internet	1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres que me impulsaron a cumplir esta meta. Gracias por estar siempre conmigo, por darme la oportunidad de estudiar la carrera de mis sueños, gracias por la fuerza para lograr llegar a estar aquí. Agradezco inmensamente a Dios, por haberme cuidado y protegido durante todo este proceso. Eres y siempre serás el ángel de mi corazón. También a mí, por mi esfuerzo, dedicación y disciplina para no rendirme, me siento orgullosa de mi misma, porque soy capaz de cumplir todos mi sueños.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los seres que formaron parte de este logro. A mi papá que me enseñó a perseguir a mis sueños. A mi madre que siempre estuvo pendiente de mí. A mis profesores que hicieron que ame más mi carrera. A mi Universidad que fue el lugar más importante para mi crecimiento. Gracias por ser el impulso que necesitaba para poder cumplir este sueño.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	16
1.3.1. Objetivo general	16
1.3.2. Objetivos específicos	16
Determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana.	16
Explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana.	16
1.4. Hipótesis	16
1.4.1. Hipótesis general	16
1.4.2. Hipótesis específico	17
2. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	18

2.1.	Tipo de investigación	18
2.2.	Población y muestra:	19
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:	20
2.3.1.	Técnicas	20
2.3.2.	Instrumentos	20
2.4.	Procedimiento:	21
2.4.1.	Recolección de datos	21
3.	CAPÍTULO III: RESULTADOS	24
	En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos a través del análisis de estrategias tecnológicas mineras para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control tras el impacto de la pandemia-COVID 19 en el Perú. Básicamente el estudio se enfoca en determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana y explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas.	24
3.1.	Determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana	24
3.2.	Explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana.	30
3.3.	Análisis de las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control	34
4.	CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	35
4.1.	Discusión	35
	REFERENCIAS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción metálica Var% Ene-Dic (2020-2019)	25
Tabla 2. Var% metales Ene-Mar (2020-2021)	26
Tabla 3. Producción de cobre, periodo enero-julio 2020 y 2021.	26
Tabla 4 Producción de plata, periodo enero-marzo 2019 y 2020.....	28
Tabla 5. Producción de molibdeno, periodo enero-marzo 2019 y 2020	29
Tabla 6. Producción de molibdeno, periodo enero-marzo 2019 y 2020.....	29
Tabla 7. Ejes estratégicos implementados por la minería peruana.....	30
Tabla 8. Estrategias tecnológicas implementadas por minera Antapaccay.	31
Tabla 9. Estrategias tecnológicas implementadas por minera Chinalco.	31
Tabla 10. Estrategias tecnológicas implementadas por Sociedad minera Cerro Verde	32
Tabla 11. Estrategias tecnológicas implementadas por minera Hudbay.....	32
Tabla 12. Estrategias tecnológicas implementadas por minera Las Bambas	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Criterios de selección	23
Figura 2 Principales hitos en el Perú	24
Figura 3 Producción minera 2020.....	25
Figura 4. Producción de cobre de empresas mineras seleccionadas periodo enero-marzo 2019 y 2020	27
Figura 5. Estructura de la producción de cobre por empresas, enero-marzo 2020	27
Figura 6. Producción de plata en minera Chinalco, periodo enero-marzo 2019 y 2020 ...	28
Figura 7. Estructura de la producción de molibdeno por empresas,enero-marzo 2020 ...	30

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control en el sector – Perú. La metodología es de tipo aplicada, con un enfoque cualitativo, diseño no experimental, alcance descriptivo, corte transversal, basada en la revisión sistemática del tema en cuestión. Con la llegada del Covid-19 a nuestro país se pudo evidenciar una serie de cambios en la minería lo cual impactaron significativamente, con la baja en la producción de los commodities, la desaceleración económica y la exposición de riesgo en el recurso humano. Es por ello que la minería peruana optó como una solución estratégica, la transformación digital, con el fin de poder continuar con las operaciones y que el recurso humano siga laborando sin ser afectado en sus labores mineras. Por consiguiente, tomaron como eje estratégico, conectar a los trabajadores con la mina, implementar procesos de control; así mismos sensores inteligentes para detectar el Covid-19. Dando como resultado la aceleración de la productividad y la detección y monitoreo de personal en mina por Covid-19.

PALABRAS CLAVES: “tecnologías emergentes”, “transformación digital”, “minería”, “COVID 19”

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Ramos (2021), hace referencia a un estudio de nivel internacional; donde afirma que la minera chilena Antofagasta debido al fuerte aumento de casos COVID- 19 la producción de cobre en el primer trimestre de 2021 cayó un 5,7% a 183.000 toneladas con respecto al mismo período del año anterior. Las ventas de cobre disminuyeron un 9,6% Inter trimestral a 182,800 toneladas y los costos en efectivo netos aumentaron un 1,8% a 1,16 dólares la libra.

Oscar (2020), sobre la minería en México; la minería a nivel mundial no pasa por su mejor momento debido a la pandemia que todo conocemos. México no es la excepción. El impacto en términos porcentuales habla de una disminución de aproximadamente un 17% en 2020 debido al impacto del Covid-19.

La llegada del COVID 19 a nuestro país trajo consigo una serie medidas en el sector minero, esto debido a que se pudo evidenciar la paralización de las operaciones trayendo como resultado la baja producción de los commodities generando una desaceleración económica y la exposición de riesgo en el recurso humano. Así lo afirma la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE) quien reportó que las exportaciones mineras se contrajeron 51.8% en mayo, alcanzando un valor acumulado de US\$ 8,384 millones en los primeros cinco meses del año, es decir, 23.8% menos que 2019 en el mismo período.

Este periodo de crisis en el país e incertidumbre en los mercados internacionales tuvo fuertes repercusiones en los principales indicadores del sector minero. La actividad reportó una contracción en su aporte al PBI de -22.1% durante el primer semestre del año según cifras del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Según Alicia (2020), durante este periodo, hasta 20 empresas decidieron detener o reducir la escala de sus operaciones con el fin de controlar la exposición de sus trabajadores al contagio del virus y en atención a la caída de la demanda de minerales a nivel global.

Además, en mayo las exportaciones de cobre (que representan el 33% de las exportaciones totales del país) tuvo una reducción interanual del 40.2%. Las exportaciones de oro siguieron la misma tendencia, con una caída interanual del orden de 60.3%, lo que significa una reducción del volumen de envíos al exterior del orden de 70.3%. Sin embargo, a pesar de estas serias complicaciones, las exportaciones mineras significaron el 57% de las ventas totales del Perú al exterior en los meses críticos de la emergencia sanitaria

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2020) afirma que la producción minera no pudo recuperarse plenamente de la severa reducción de actividades al inicio de la pandemia del Covid-19 y registró una caída de -13.5% en 2020, el peor resultado registrado en las últimas tres décadas. Perú fue la única potencia minera mundial que ordenó la paralización y/o reducción al mínimo la producción minera entre el 15 de marzo y 15 de mayo, lo cual se tradujo en los históricos descensos mensuales de la producción.

Minem (2020), afirma que comparando los volúmenes de producción en relación al 2019, durante el mes de mayo la producción de oro y plata se redujo en dos terceras partes (-65%); la del cobre en poco menos de la mitad (-41%); mientras que la de hierro y estaño se paralizó por completo durante el mes de abril (-100%).

Debido a las consecuencias negativas de la pandemia, diversas empresas mineras identificaron espacios y oportunidades de mejora y encontraron a la transformación digital como una estrategia inmediata.

Amautas Mineros Lima (2021), en su artículo de investigación “Minería Peruana en etapa de pandemia” da a conocer que la minería peruana enfrento esta etapa con dos factores claves la adopción de nuevos protocolos y nueva tecnología; tomando a la automatización como una herramienta factible para que las empresas mineras no hayan detenido la producción por completo; además el desarrollo de una sala de control remoto generó la disminución de contagios en los trabajadores.

Links miners (2020), en su informe técnico titulado “Soluciones tecnológicas para enfrentar el Covid-19 en la minería peruana” realizó una evaluación sobre las consecuencias en la minería a raíz de la pandemia, así mismo, dio a conocer las soluciones tecnológicas inmediatas que conllevo a superar una mejora en la producción, aumentar la capacidad de recuperación operativa y adopción de estrategias tecnológicas para proteger la seguridad de los trabajadores. Por otra parte, identificaron tecnologías que permitieran a las empresas mineras resolver los desafíos ocasionados por la pandemia. A través de la plataforma digital de Linkminers, fueron identificadas 161 soluciones, dando

como resultado que el 70% de estas soluciones incorporaron tecnologías digitales en sus propuestas.

En consecuencia y de acuerdo con links miners (2020), se tomó importancia a la reducción de trabajadores en mina; en el cual introdujeron sistemas de transporte continuo de materiales para reducir población de camiones mineros y por ende a los trabajadores, además, se designó el trabajo remoto, se implementó el modelo Twin para la supervisión de equipos a distancia, se utilizó fajas transportadoras a distancia para el transporte de material con el fin de disminuir a los operadores de equipo.

Mamani Mucho (2020) en el artículo “El COVID-19 y el Distanciamiento social en la minería” señala que una de las condiciones que reforzó para mantener el distanciamiento social, fue utilizar el hardware y el software. El software enlazado con todos los sectores de la mina que permitan estar en constante conexión enviando y recibiendo información. Luego el aprovechamiento del personal de modo que sus labores no se requieran de manera presencial en las operaciones de la mina.

A pesar de esta crisis, la minería encontró en la pandemia una oportunidad para reevaluar los avances y desafíos pendientes, el más importante la transformación digital. Diversas mineras peruanas optaron por plantear soluciones digitales para conectar a los trabajadores e implementar procesos de control con el objetivo de prevenir y mitigar los efectos del Covid-19 dentro de las unidades mineras.

Ugarte (2021), Gerente de informática de Sociedad Minera Cerro Verde en la entrevista “La continuidad de los procesos mineros sin el soporte de la tecnología hubiese sido muy difícil” afirma que “el uso intensivo de la tecnología

para el teletrabajo, la digitalización de los procesos y su utilización para gestionar procesos relacionados a la pandemia son algunos ejemplos que demuestran que la continuidad de los procesos mineros sin el soporte de la tecnología hubiese sido muy difícil” También menciona que para implementar procesos de control entre los trabajadores ante esta pandemia, se digitalizaron formularios donde se añadieron fotos, ubicación con el objetivo de prevenir el contagio directo entre ellos. Y para conectar con los trabajadores con la mina se reubicaron las instalaciones de algunos servicios críticos como el Sistema Dispatch y Centros de monitoreo a oficinas en Arequipa.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 permiten comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control en el sector - Perú?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Analizar las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control en el sector – Perú

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana.

Explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al realizar el análisis de las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana frente a la pandemia COVID – 19 nos permitirá determinar la mejora de su producción y la seguridad del recurso humano.

1.4.2. Hipótesis específico

Mediante la interpretación de las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 se determinará el avance de la minería peruana debido a la implementación de estrategias tecnológicas en el sector

2. CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cualitativo, diseño no experimental, alcance descriptivo, corte transversal debido a que se busca analizar las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control en el sector – Perú.

Es de tipo aplicada pues confronta la teoría con la realidad. Según Vargas, (2009), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

Enfoque de investigación

Tiene un enfoque cualitativo dado que se trata de una investigación basada en la recolección y análisis de información. Para Bryman (2004), la investigación cualitativa se realiza a través de diferentes tipos de datos, tales como entrevistas, observación, documentos, imágenes, audios, entre otros.

Diseño de investigación

Posee un diseño no experimental desde un corte transversal. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), señalan que el diseño de investigación no experimental, es aquella que se realiza sin alterar deliberadamente las variables. Es decir, es una investigación donde no variamos intencionalmente las variables de estudio que posee. (p.152)

Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, según Tamayo (2019) manifiesta que una investigación descriptiva busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones.

2.2. Población y muestra:

Población:

La presente investigación considera una población finita, dado que “se conoce el número de elementos que constituyen el estudio” Hernández, Fernández y Baptista, (2010). La población involucrada que se tomará en cuenta en la presente investigación está conformada por las empresas mineras que implementaron estrategias tecnológicas como solución a la aparición del COVID 19 en el Perú.

Muestra:

La muestra “es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectan datos y que tiene que definirse o determinarse de ante mano con precisión” Hernández, Fernández y Baptista, (2010). Se empleó el método no probabilístico que consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador Hernández, Fernández y Baptista, (2014).

La muestra para la presente investigación está conformada por 5 empresas mineras (Antapaccay, Chinalco, Sociedad Minera Cerro Verde, Hudbay, Las Bambas) los cuales son utilizados para analizar la implementación de estrategias tecnológicas en la minería peruana.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:

2.3.1. Técnicas

Revisión documental: Los recursos empleados para recuperación de información fueron mayormente informáticos, donde se logra consultar páginas web, libros digitales y virtuales, artículos científicos a través de bases de datos de fuentes confiables como son: Google académico, Redalyc, Scielo, Concytec, entre otras fuentes. Para la obtención de manera rápida y eficaz se realiza la combinación de palabras clave en el buscador virtual. Revisión de reglamentos actualizados relacionados a implementación de nueva tecnología minera tras pandemia covid-19 en minería peruana.

Observación: esta técnica se usó para identificar las estrategias tecnológicas implementadas en la minería peruana tras el impacto de la Covid-19 para conectar a los trabajadores con la mina e implementar procesos de control.

Análisis documental: Se recopiló información concerniente al tema de investigación.

2.3.2. Instrumentos

Como instrumento de recolección de datos se investigaron los antecedentes previos de trabajos de investigación

- ✓ Fichas de organización de información
- ✓ Hojas de cálculo de Microsoft Excel
- ✓ Boletín Estadístico Minero- Ministerio de Energía Minas (2019-2021)
- ✓ Fichas bibliográficas

Se utilizó como instrumentos adaptados la información disponible en las bases de datos.

2.4. Procedimiento:

Para la elaboración de esta investigación, se ejecutaron dos etapas básicas e importantes, las cuales están clasificadas en etapa de: recolección de datos y análisis de datos.

2.4.1. Recolección de datos

Revisión de bibliografía

El estudio se comenzó con la recopilación de información y evaluación de estudios e investigaciones anteriores a nivel internacional, que sirven de sustento teórico y aplicativo para la realización del estudio. Con la información obtenida se generó una base de datos que permite realizar los trabajos de interpretación de la información documentada y analizada para las fases posteriores del trabajo de investigación, puesto que la información se buscó en fuentes confiables como buscadores académicos.

Análisis de datos

En la revisión sistemática de literatura presentada se analizaron y sintetizaron las diversas evidencias encontradas en torno a estudios e investigaciones realizados en años anteriores, las cuales sirvieron de base para formular, plantear y desarrollar el tema.

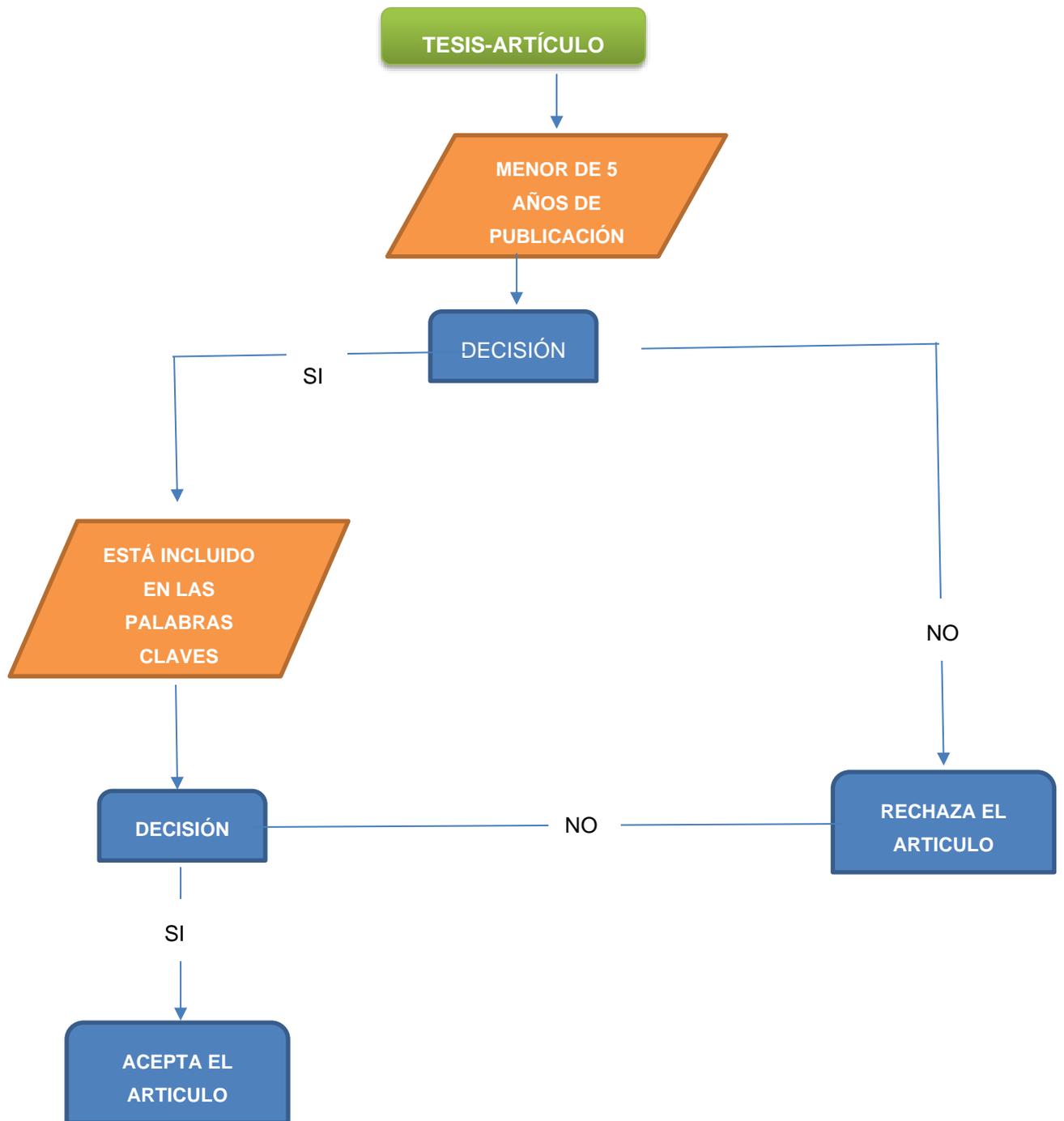
Para este estudio se realizó la búsqueda de información o revisión literaria científica, donde primordialmente se tomó como bases de información: Google Scholar, Redalyc, Dialnet, repositorios de los cuales se pudo extraer, artículos científicos, revistas científicas, tesis e informes, las mismas que nos permitieron contar con la información pertinente para el desarrollo del presente estudio.

Luego de haber aplicado el instrumento, se procedió a organizar la información en Microsoft Office 2016, utilizando la herramienta técnica Excel, se elaboró las tablas que describen los resultados finales de las variables. Posterior a ello se realizó una comparación según autor.

Una vez realizada la búsqueda de información se procedió al ordenamiento y organización de datos requeridos se procedió a procesarlos, analizar e interpretar los resultados obtenidos, para lo cual se hizo uso de la herramienta técnica Microsoft Office; valiéndose de tablas y gráficos estadísticos.

El procesamiento, análisis e interpretación de datos se realiza mediante el uso de hojas de cálculo de Excel y Word.

Figura 1
Criterios de selección



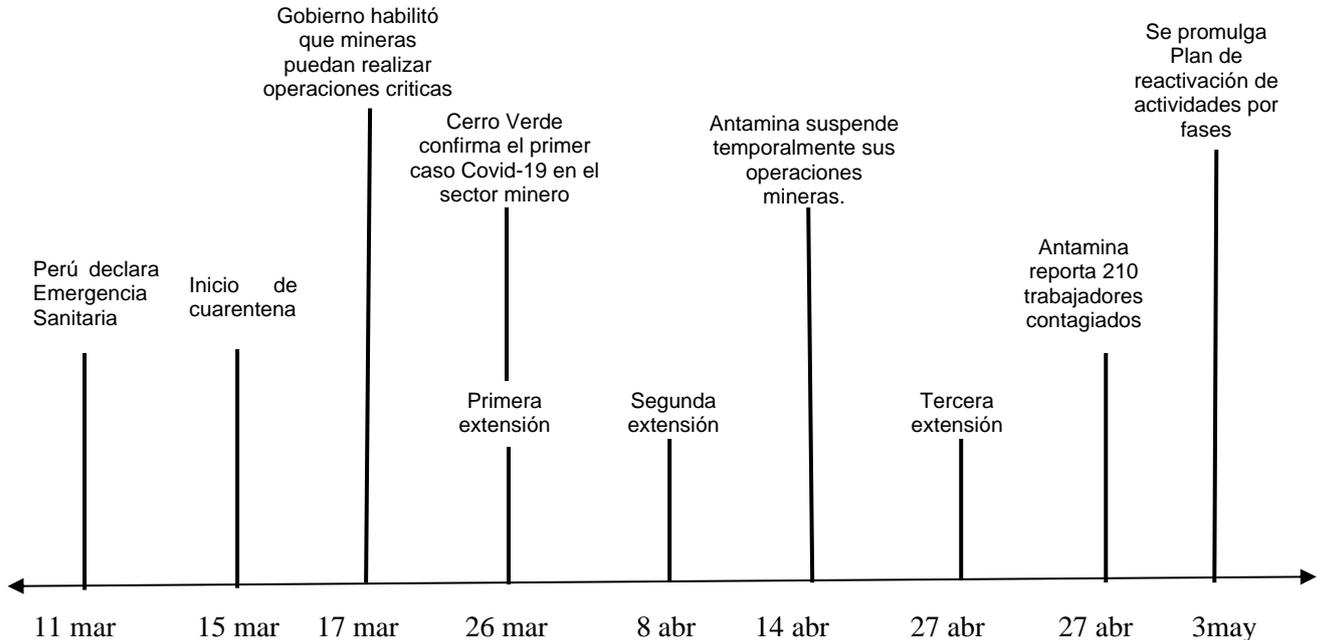
Fuente: fuente de investigación

3. CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos a través del análisis de estrategias tecnológicas mineras para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control tras el impacto de la pandemia-COVID 19 en el Perú. Básicamente el estudio se enfoca en determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana y explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas.

3.1. Determinar las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minera peruana

Figura 2
Principales hitos en el Perú

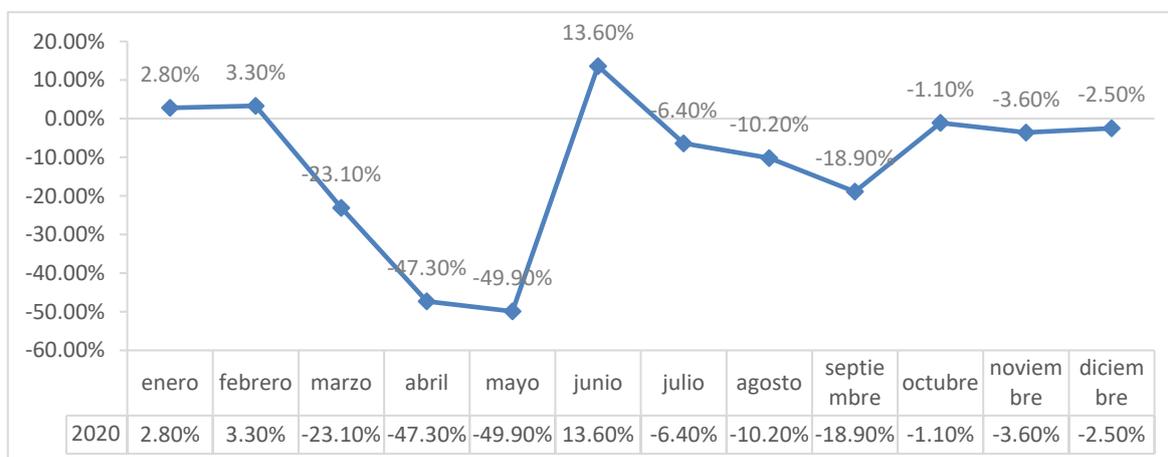


Fuente: CEMS-Nota informativa

Nota: La figura 1 muestra los eventos significativos de la minería durante el contexto -Covid 19

Figura 3

Producción minera 2020



Fuente: IIMP (2021)

Nota: La tabla 1 muestra que la producción minera registró una caída del -13.5% en 2020, el peor resultado registrado en las últimas tres décadas. En efecto, las caídas de -23.1% en marzo, -47.3% en abril y -49.9% en mayo de 2020 fueron decisivos para el histórico impacto en el segundo productor mundial de cobre.

Tabla 1.

Producción metálica Var% Ene-Dic (2020-2019)

Metal	Diciembre			Enero-Diciembre		
	2019	2020	Var%	2019	2020	Var%
Cobre (TMF)	225,496	221,980	-1.6%	2,455,440	2,149,246	-12.5%
Oro (g finos)	10,063,064	8,548,186	-15.1%	128,413,463	87,302,970	-32.0%
Zinc (TMF)	132,236	155,520	17.6%	1,404,382	1,329,419	-5.3%
Plata (Kg finos)	346,299	317,682	-8.3%	3,860,306	2,990,592	-22.5%
Plomo (TMF)	27,248	24,519	-10.0%	308,116	240,732	-21.9%
Hierro (TMF)	1,173,098	980,129	-16.4%	10,120,007	8,893,972	-12.1%
Estaño (TMF)	1,770	2,464	39.2%	19,853	20,647	4.0%
Molibdeno (TMF)	3,392	2,985	-12.0%	30,441	32,185	5.7%

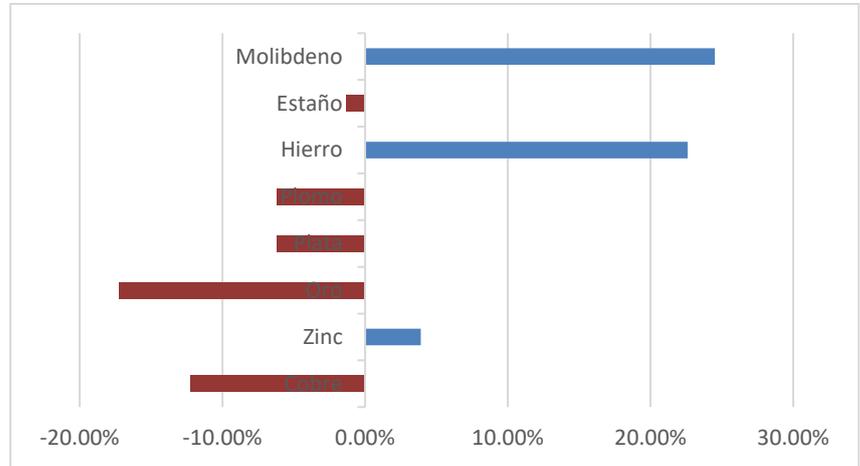
Fuente: MINEM (2021)

Nota: La tabla 1 muestra la producción minera metálica afectada por la emergencia nacional por el COVID-19.

Tabla 2.

Var% metales Ene-Mar (2020-2021)

Cobre	-12.20%
Zinc	3.90%
Oro	-17.20%
Plata	-6.20%
Plomo	-6.20%
Hierro	22.60%
Estaño	-1.30%
Molibdeno	24.50%



Fuente: Boletín Estadístico Minero marzo (2020)

Nota: La tabla 2 muestra que hasta marzo 2022 el estaño, plomo, plata, oro y cobre decrecieron debido a la coyuntura.

Tabla 3.

Producción de cobre, periodo enero-marzo 2020 y 2021.

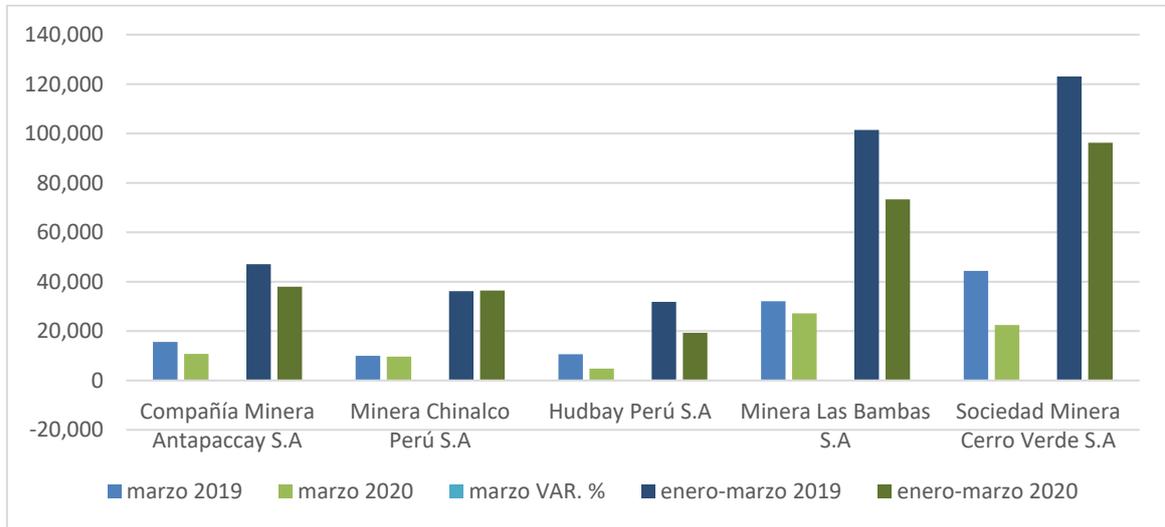
Producto/Empresa	marzo			enero-marzo			
	2019	2020	VAR. %	2019	2020	VAR.%	PART%
Cobre (TMF)							
Compañía Minera Antapaccay S.A	15,601	10,740	-31.2%	47,053	37,992	-19.3%	7.4%
Minera Chinalco Perú S.A	9,941	9,618	-3.2%	36,172	36,429	0.7%	7.1%
Hudbay Perú S.A	10,614	4,812	-54.7%	31,843	19,290	-39.4%	3.7%
Minera Las Bambas S.A	32,065	27,136	-15.4%	101,456	73,320	-27.7%	14.2%
Sociedad Minera Cerro Verde S.A	44,344	22,421	-49.4%	123,096	96,276	-21.8%	18.7%

Fuente: Dirección de Gestión Minera, DGM/ Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020.

Nota: En esta tabla se muestra la caída de producción del cobre en mineras peruanas seleccionadas debido a la llegada de la COVID -19

Figura 4.

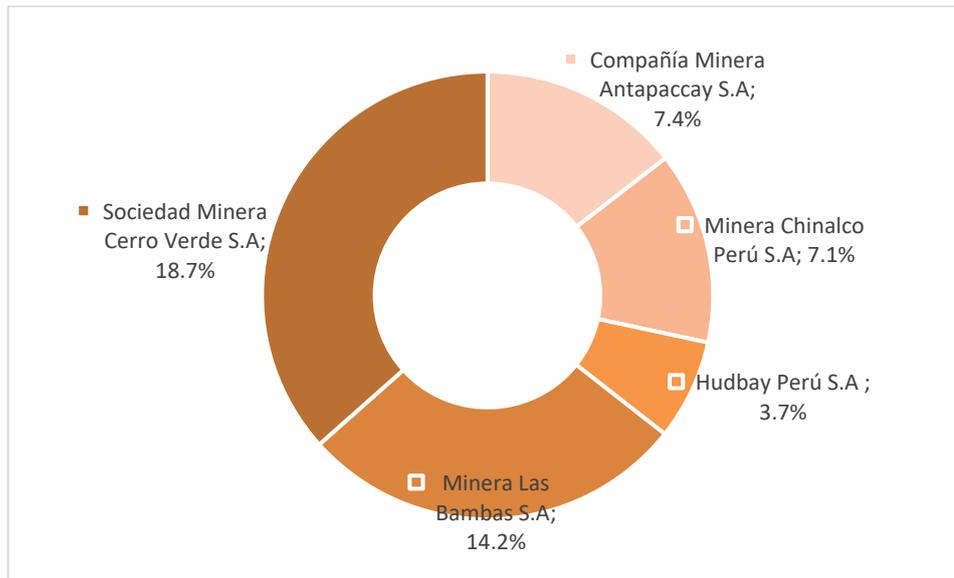
Producción de cobre de empresas mineras seleccionadas periodo enero-marzo 2019 y 2020



Fuente: Silva (2023)

Figura 5.

Estructura de la producción de cobre por empresas, enero-marzo 2020



Fuente: Silva (2023)

Tabla 4

Producción de plata, periodo enero-marzo 2019 y 2020.

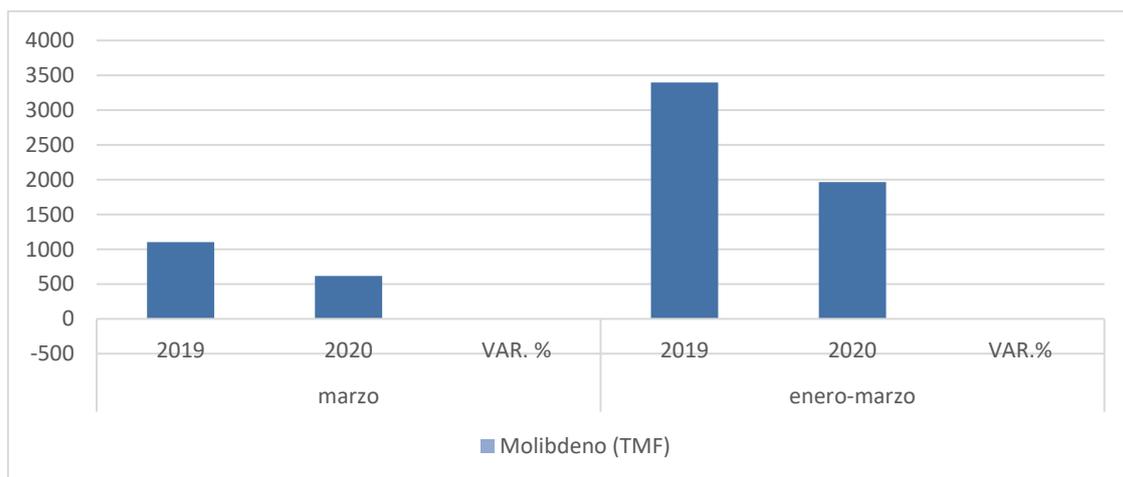
Producto/Empresa	marzo			enero-marzo		
	2019	2020	VAR. %	2019	2020	VAR. %
Plata (kg finos)						
Minera Chinalco Perú	9,544	9,708	1.7%	33,441	33,731	0.9%

Fuente: Dirección de Gestión Minera, DGM/ Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020.

Nota: En esta tabla se muestra la caída de producción en plata de minera Chinalco con la llegada de la Covid -19

Figura 6.

Producción de plata en minera Chinalco, periodo enero-marzo 2019 y 2020



Fuente: Silva (2023)

Tabla 5.

Producción de molibdeno, periodo enero-marzo 2019 y 2020

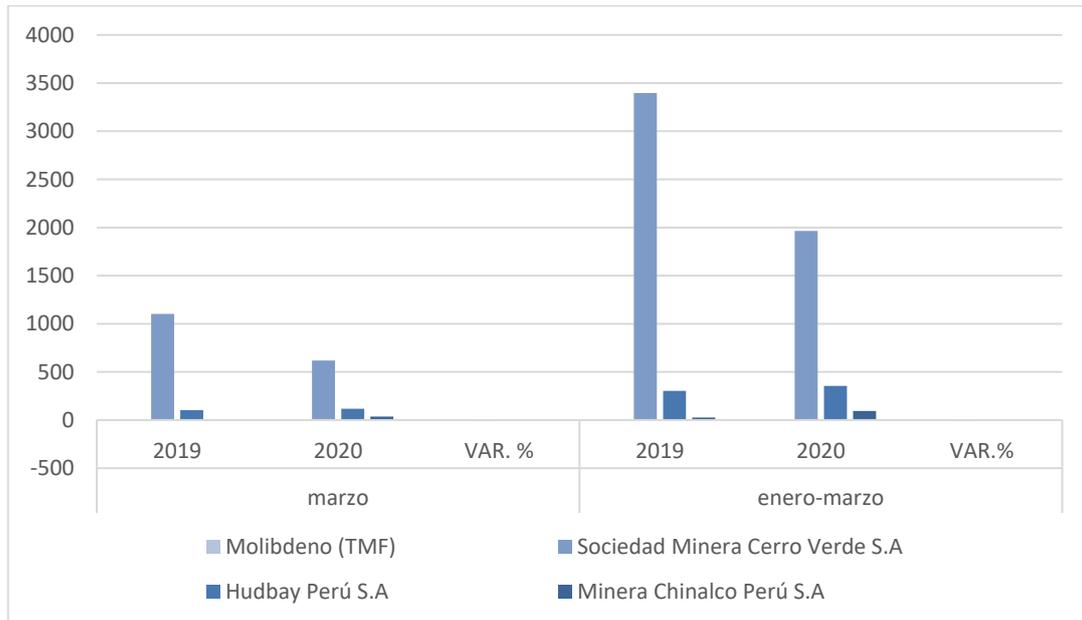
Producto/Empresa	marzo			enero-marzo			
	2019	2020	VAR. %	2019	2020	VAR.%	PART%
Molibdeno (TMF)							
Sociedad Minera Cerro Verde S.A	1,103	618	-44.0%	3,396	1,965	-42.1%	27.6%
Hudbay Perú S.A	103	117	13.6%	304	354	16.4%	5.0%
Minera Chinalco Perú S.A	4	36	-	26	94	-	1.3%

Fuente: Dirección de Gestión Minera, DGM/ Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020.

Nota: En esta tabla se muestra la caída de producción de molibdeno en minera Chinalco con la llegada de la Covid -19

Tabla 6.

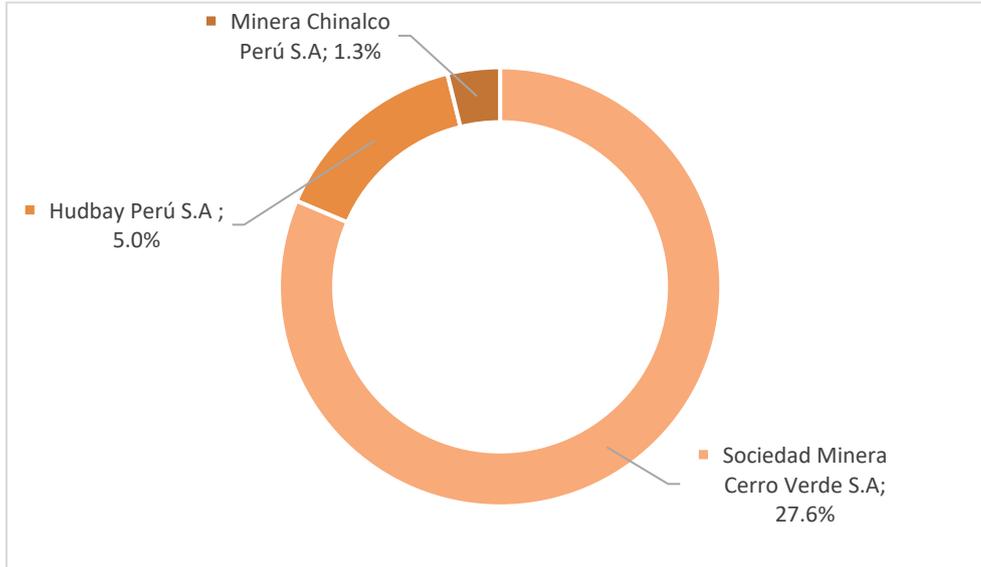
Producción de molibdeno, periodo enero-marzo 2019 y 2020



Fuente: Silva (2023)

Figura 7.

Estructura de la producción de molibdeno por empresas, enero-marzo 2020



Fuente: Silva (2023)

3.2. Explicar el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana.

Tabla 7.

Ejes estratégicos implementados por la minería peruana.

Conectar a los trabajadores con la mina
Implementar procesos de control
Sensores inteligentes para detectar el Covid-19

Nota: La tabla 3 muestra las soluciones tecnológicas implementadas en la minería con la llegada del covid-19.

Tabla 8.

Estrategias tecnológicas implementadas por minera Antapaccay.

Estrategia tecnológica digital		
Antapaccay	Sensores inteligentes para detectar el covid-19	Cámaras termográficas Cámaras con inteligencia artificial Lectores de retina Pórticos de desinfección de carga

Fuente: Silva (2023)

Tabla 9.

Estrategias tecnológicas implementadas por minera Chinalco.

Estrategia tecnológica digital		
Chinalco	Implementar procesos de control	Sala control remoto (funcionamiento de la planta y ver el estado de sus procesos)
	Sensores inteligentes para detectar el covid-19	Lectura de cámara termográfica

Fuente: Silva (2023)

Tabla 10.

Estrategias tecnológicas implementadas por Sociedad minera Cerro Verde

	Eje estratégico	Estrategia tecnológica
Cerro Verde	Conectar a los trabajadores con la mina	Trabajo remoto (MS Teams, Cisco Webex, MS Planner) Sistemas de información Plataforma nube
	Implementar procesos de control	Sistema de Dispatch Centro de monitoreo Digital Workforce o Fuerza de trabajo digital Analítica avanzada y modelos de simulación (INNOVA) Big data

Fuente: Silva (2023)

Tabla 11.

Estrategias tecnológicas implementadas por minera Hudbay.

	Eje estratégico	Estrategia tecnológica
Hudbay	Conectar a los trabajadores con la mina	Trabajo remoto
	Implementar procesos de control	Red privada digital LTE, software MineExpert, Inteligencia Artificial

Fuente: Silva (2023)

Tabla 12.

Estrategias tecnológicas implementadas por minera Las Bambas

	Eje estratégico	Estrategia tecnológica
	Conectar a los trabajadores con la mina, Telepresencia	Trabajo remoto, comunicación LTE 4G
Minera Las Bambas S.A	Implementar procesos de control	Centro de operación remota, sistemas de monitoreo online con radares y extensómetros electrónicos, Red LTE privada, control de somnolencia y fatiga
	Detección y monitoreo del personal por COVID 19	Aplicación "Test rápida de despistaje de covid-19"

Fuente: Silva (2023)

3.3. Análisis de las estrategias tecnológicas mineras tras el impacto de la pandemia-COVID 19 para comunicar a los trabajadores e implementar procesos de control

Antapaccay	Realizó un seguimiento y control del trabajador, antes, durante y después de la operación
Chinalco	Aceleró el proceso de automatización de despacho remoto. Realizó un seguimiento y control del trabajador, antes, durante y después de la operación
Cerro Verde	Se mejoró los sistemas de monitoreo Se aceleró el sistema de información para el apoyo de la planificación personal
Hudbay	Se permitió interconectar los diferentes sistemas de información
Las Bambas	Se contó con una mejor transferencia de datos a una velocidad mayor y con una estabilidad adecuada.

4. CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En las estrategias tecnológicas que implementó la minería peruana tras la pandemia Covid-19; se muestra que la tecnología fue un punto clave en la reanudación de las operaciones, en el incorporamiento de los trabajadores y el aumento de la producción. Según las fuentes comparadas y consultadas, se tiene resultados, donde se evidencia que, en efecto la covid-19 ocasionó un gran impacto en la minería peruana, por lo que hubo una disminución en la producción de los metales entre el año (2019-2020), (tabla 1) se encontró una variación entre ellos; cobre de (-1.6%), oro (-15.1%), plata (-8.3%), plomo (-10%), hierro (-16.4%), molibdeno (-12%), como muestra se tomó a 5 mineras peruanas, las cuales paralizaron sus operaciones y teniendo como primer productor al cobre se produjo una reducción en su producción; según el Boletín Estadístico minero (2020) muestra una comparación en su producción entre el año (2019-2020) teniendo una variación de; (tabla 3) Compañía Minera Antapaccay (-31.2%), Minera Chinalco Perú S.A (-3.2%), Sociedad Minera Cerro Verde (-54.7%), Hudbay Perú S.A (-15.4%), Minera Las Bambas (-49.4%), debido a las consecuencias negativas que contrajo, estas unidades mineras impulsaron a buscar e innovar nuevas estrategias tecnológicas con el fin de recuperar y potenciar la productividad en la extracción de minerales y la protección de sus trabajadores. Por lo que, Antapaccay se centró en implementar nueva tecnología para controlar y prevenir el bienestar de sus trabajadores usando sensores inteligentes para detectar el covid-19; como el uso de aplicaciones en celular para envíos de campañas de comunicación a su personal y de contratistas; cámara de medición de temperatura en todos sus comedores y garitas; pórtico de desinfección para sus vehículos de carga;

pulseras para medir el distanciamiento social, registrar y hacer tracking en caso de contagio; así también, cámaras con inteligencia artificial que puedan reconocer si una persona está usando mascarilla o está manteniendo la distancia social, permitiendo así reducir el riesgo de contagio y mantener la seguridad y salud de los trabajadores y su entorno. Minera Chinalco, se enfocó en implementar procesos de control; donde podría monitorear todas sus operaciones, aceleró el proceso de automatización de despacho remoto, en cuanto a la protección de sus trabajadores realizó un seguimiento y control del trabajador, antes, durante y después de la operación usando sensores inteligentes. En el caso de Sociedad Minera Cerro Verde, decidió conectar a los trabajadores con la mina trasladando su sala dispatch y su equipamiento geotécnico desde la unidad minera hasta sus oficinas en la ciudad de Arequipa, reduciendo así la necesidad de desplazamientos entre su personal; así mismo, para implementar procesos de control implementó la creación de formularios digitales como controles del distanciamiento social, a través de la plataforma Workspace, la cual se hospeda en la nube y permite desarrollar formularios digitales con recursos internos, que reemplacen formularios y registros físicos, además, La vicepresidenta de Asuntos Corporativos de Sociedad Minera Cerro Verde, Julia Torreblaca (2021), también señaló que la pandemia del COVID-19 obligó a acelerar su incorporación con la utilización de drones para tendido de líneas eléctricas, agregó que la automatización de las operaciones mineras y la reducción de emisiones de CO₂ son prioridades permanentes a nivel local y mundial para Freeport-McMoRan. En el caso de Hudbay, implementó procesos de control permitiendo interconectar los diferentes sistemas de información con una red privada digital LTE como parte de su plan de Minería Digital, teniendo como aliado estratégico a Huawei del Perú. Gerente de Tecnologías de la

Información de Hudbay Perú, Eduardo Rojas (2020) menciona que la red LTE comprende la digitalización de los procesos de la operación minera como es el caso de la optimización y monitoreo de condiciones de la flota de mina, monitoreo de condiciones de los conductores, sistema de anticolidión, implementación e integración de tecnologías IoT, tracking de mineral, así como también la interoperabilidad de sus sistemas de información en la operación y producción. Minera Las Bambas, vio a la pandemia como una oportunidad para acelerar la transformación digital en sus operaciones, como primer estrategia, conectó a los trabajadores con la mina, usando el trabajo remoto, además, según el Gerente General de Operaciones de Las Bambas, Edgardo Orderique, con el plan Alto Nivel-Tech 2021, la empresa considera, e, automatizar las operaciones y la administración todo lo que sea posible para mantener el mínimo de personal en terreno, aplicar inteligencia artificial, desarrollar ciberseguridad e integrar sistemas y comunicaciones. El trabajo remoto, cursos virtuales y el control remoto de operaciones son algunas de las oportunidades tecnológicas que se han implementado para mejorar los procesos, disminuir los costos y aumentar la seguridad de las operaciones, el uso de la realidad aumentada se está intensificando para las inspecciones, el monitoreo y el mantenimiento de determinadas instalaciones, principalmente en la planta, mientras que la comunicación LTE 4G privada ha sido un facilitador para contar con una mejor transferencia de datos a una velocidad mayor y con una estabilidad adecuada. La empresa también ha implementado aplicaciones para el control de somnolencia y fatiga, sobre todo para los operadores de camiones de concentrado y de mina.

Comparando los resultados obtenidos, en efecto las mineras peruanas impulsaron a buscar e innovar nuevas estrategias tecnológicas con el fin de recuperar y potenciar la productividad en la extracción de minerales y la protección del recurso humano. Se evidenció que, se llevó a cabo una nueva implementación de estrategias de control; como la automatización para que el control sea más efectivo. Además, de buscar mayor autonomía o tracking en los vehículos para cargar mineral y lograr mayor eficiencia en el traslado, o también tecnología orientada a mejorar los procesos logísticos y el reforzamiento para mantener el distanciamiento social utilizando el hardware y el software, permitiendo estar en constante conexión. Algunas limitaciones de esta investigación se asocian a que la tecnología en tiempos de pandemia Covid-19 en la minería es un tema novedoso en la investigación académica y científica, sin embargo, se ha realizado una serie de estudios para focalizar algunos trabajos de investigación a nivel nacional e internacional. Después de haber hecho un exhaustivo análisis de la bibliografía de resumen sistemático; tenemos que el plantear soluciones digitales son solo una evidencia más de la aceleración que el COVID-19 está generando en la transformación de la industria encaminándola hacia la minería del futuro, donde por un lado hay una componente tecnológica importante que se distingue en distintos elementos de la minería 4.0 pero por otro lo encamina hacia una minería más sostenible.

4.2. Conclusiones

Se dio a conocer las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana frente a la pandemia Covid-19, el cual se concluye que diferentes minas peruanas optaron por planificar una estrategia tecnológica para conectar a los trabajadores con la mina e implementar procesos de analítica avanzada.

Se determinó las consecuencias que ocasionó la pandemia Covid-19 en la minería peruana, mostrando tablas de resultados por cada uno de ellos para determinar qué tan perjudicial fue encontrarnos en un contexto de crisis.

Se explicó el impacto que originaron las estrategias tecnológicas implementadas por la minería peruana, el cual se evidenció que priorizaron conectar a los trabajadores con la mina e implementar procesos de analítica avanzada que permitieran integrar la data para tomar mejores decisiones.

REFERENCIAS

Castillo, Y. (2021) *La continuidad de los procesos mineros sin el soporte de la tecnología hubiese sido muy difícil* <https://www.minergyconnect.pe>

IIMP (2020) *Producción minera de Perú ha retornado a su nivel previo a la pandemia*. Consultado el 10 de enero de 2020 <https://iimp.org.pe>

IIMP (2020) *Producción minera cayó 13.5, el peor resultado en tres décadas*. Consultado el 5 de enero de 2020 <https://iimp.org.pe>

IIMP (2019). *Casi el 80% de empresas del sector cambio su régimen de trabajo*. Consultado el 10 de enero de 2020 <https://iimp.org.pe>

CCM (2018). *Impacto de las nuevas tecnologías en las competencias requeridas en la industria minera*. Consultado el 5 de enero de 2020 <https://www.ccm.cl>

IIMP (2019). *Innovación tecnológica para una minería eficiente y responsable*. Consultado el 5 de enero de 2020 <https://iimp.org.pe>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía (2021). *La minería peruana está presente en la digitalización*. Consultado el 5 de enero de 2020 <https://www.desdeadentro.pe>

Tecnología minera (2021). *Minería acelera su transformación digital con la pandemia e importa más tecnología*. Consultado el 5 de enero de 2020. <https://tecnologiaminera.com>

Seguridad minera (2020). *Antaccay utiliza nuevas tecnologías para controlar y prevenir el Covid 19*. Consultado el 5 de enero de 2021. <https://www.revistaseguridadminera.com>

Link miners (2020). *Soluciones tecnológicas para enfrentar el Covid-19 en la minería peruana*. Consultado el 5 de enero de 2020. <https://ucsp.edu.pe>

Rumbo minero (2020). *Minera Las Bambas pone en funcionamiento Red LTE (4G) privada que cobertura de más del 95% de su operación*. Consultado el 5 de enero de 2020. <https://www.rumbominero.com>

Mining Technology (2020). *Shell and IBM partner to accelerate digitalisation in mining sector* <https://www.mining-technology.com>

Propuesta ciudadana (2020). *Resultados del desempeño de empresas mineras durante el primer semestre del 2020.* <https://propuestaciudadana.org.pe>

Minem (2020). *Boletín minero 2020.* <http://www.minem.gob.pe>