

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**Modelo ProLab: NEURALVISIO Minero Plataforma de Asistencia Remota en  
Seguridad y Eficiencia con Integración de Realidad Aumentada y Redes Neuronales**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS**

**QUE PRESENTA:**

Ever Panchito, Apolinario Villafan

Luis Ricardo, Chuquillanqui Herrera

Guido Francisco, Loayza Susanibar

Juan Lizandro, Mancha Mulato

**ASESOR**

Luis Del Carpio Castro

Surco, diciembre, 2024

### Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Luis Del Carpio Castro, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulado: Modelo ProLab: NEURALVISIO Minero Plataforma de Asistencia Remota en Seguridad y Eficiencia con Integración de Realidad Aumentada y Redes Neuronales, de los autores:

Ever Panchito Apolinario Villafan, DNI: 42897855

Luis Ricardo Chuquillanqui Herrera, DNI: 40802511


Guido Francisco Loayza Susanibar, DNI: 46671405

Juan Lizandro Mancha Mulato, DNI: 73473232

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 16%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 30/10/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 30 de octubre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: Del Carpio Castro, Luis	
DNI: 07535773	Firma 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0001-9084-1193">https://orcid.org/0000-0001-9084-1193</a>	

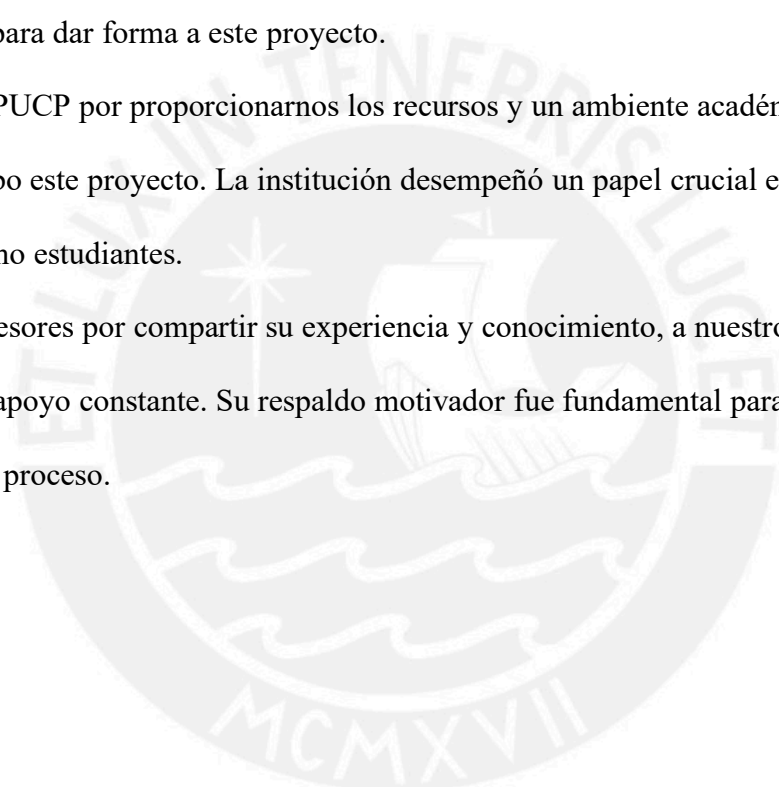
## Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Dios y a nuestras familias por el apoyo constante en esta etapa académica muy importante en nuestras vidas. Agradecer a todas aquellas personas que tuvieron un papel crucial en el avance y cumplimiento de este trabajo. Sin su respaldo y guía, no habríamos alcanzado este hito.

A nuestro respetado profesor y asesor de tesis, Luis Del Carpio, le extendemos nuestro más profundo reconocimiento. Sus conocimientos compartidos y su orientación resultaron fundamentales para dar forma a este proyecto.

A CENTRUM PUCP por proporcionarnos los recursos y un ambiente académico propicio para llevar a cabo este proyecto. La institución desempeñó un papel crucial en nuestro crecimiento como estudiantes.

A nuestros profesores por compartir su experiencia y conocimiento, a nuestros compañeros de clase por su apoyo constante. Su respaldo motivador fue fundamental para superar los desafíos de este proceso.



## Dedicatorias

A mi esposa Nati, mis hijos Isabel y Santiago, por su amor incondicional y constante ánimo. Su apoyo emocional ha sido el pilar fundamental en los momentos más difíciles de este camino académico.

Ever Panchito Apolinario Villafan

Agradecido con Dios por darme la oportunidad y fortaleza para terminar mi maestría con éxito. A mi familia por darme la fortaleza para seguir cumpliendo mis metas, mi esposa Jessica por su apoyo incondicional, a mis hijos Piero, Adriano y Caleb que son mi motivación en todo lo que hago, ayudándome a crecer y ser mejor cada día.

Luis Ricardo Chuquillanqui Herrera

Agradecido con Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por ser mi guía en cada paso de este camino, por darme la paciencia y el valor necesario para superar los desafíos. A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por creer siempre en mí. Gracias por estar a mi lado en los momentos de dificultad y por brindarme la motivación para seguir.

Guido Francisco Loayza Susanibar

Este trabajo lo dedico a Dios, por sus bendiciones; a mis padres por sus enseñanzas, siempre me inculcaron valores, por creer en mí en cada instante y por haberme guiado por el camino correcto.

Juan Lizandro Mancha Mulato

## Resumen Ejecutivo

Neuravisio Minero, una plataforma innovadora que integra la realidad aumentada y el análisis predictivo mediante redes neuronales ha sido diseñada para reforzar la seguridad y el desempeño en las operaciones de minería. El desarrollo de esta tecnología responde a la necesidad urgente de aminorar las emergencias y accidentes del trabajo minero, que amenazan la calidad de vida de los trabajadores y su propia existencia, tanto como la productividad empresarial.

Este informe proporciona una evaluación exhaustiva de la viabilidad técnica, financiera y social de Neuravisio Minero, basándose en investigaciones de mercado, pruebas de usabilidad y análisis financiero. Su propósito es informar a los stakeholders y potenciales inversores sobre los beneficios y retorno de lo invertido que ofrece la puesta en marcha de esta disposición tecnológica en la industria minera.

Entrevistas con trabajadores y gerentes de operaciones han revelado una alta demanda de soluciones avanzadas para la prevención de accidentes. Los estudios indican que un 90% de los técnicos e ingenieros prefieren Neuravisio Minero sobre métodos tradicionales debido a su eficacia en la prevención de accidentes, destacando un potencial aumento del 30% en la eficiencia operativa y una reducción de hasta el 50% en los tiempos de inactividad.

Las pruebas de usabilidad han confirmado la eficacia de Neuravisio Minero, con un 85% de los participantes reportando mejoras significativas en la ejecución de tareas de seguridad.

El Valor Actual Neto (VAN) financiero se calcula en 4,171,440.91 Soles, con un Valor Actual (VA) de los flujos de caja proyectados de 5,145,454 Soles, superando la inversión inicial de S/974,013.33 Soles y demostrando la rentabilidad de la inversión. Además, el VAN Social calculado de 30,169,615.79 Soles refleja el beneficio social a largo plazo, destacando la viabilidad y la rentabilidad social del proyecto.

## Abstract

Neuravisio Minero, an innovative platform that integrates augmented reality and predictive analysis through neural networks, has been designed to reinforce safety and performance in mining operations. The development of this technology responds to the urgent need to reduce emergencies and accidents in mining work, which threaten the quality of life of workers and their own existence, as well as business productivity.

This report provides a comprehensive assessment of the technical, financial and social feasibility of Neuravisio Minero, based on market research, usability testing and financial analysis. Its purpose is to inform stakeholders and potential investors about the benefits and return on investment offered by the implementation of this technological provision in the mining industry.

Interviews with workers and operations managers have revealed a high demand for advanced accident prevention solutions. Studies indicate that 90% of technicians and engineers prefer Neuravisio Minero over traditional methods due to its effectiveness in preventing accidents, highlighting a potential increase of 30% in operational efficiency and a reduction of up to 50% in time. of inactivity.

Usability tests have confirmed the effectiveness of Neuravisio Minero, with 85% of participants reporting significant improvements in the execution of security tasks.

The financial Net Present Value (NPV) is calculated at 4,171,440.91 Soles, with a Present Value (PV) of the projected cash flows of 5,145,454 Soles, exceeding the initial investment of S/974,013.33 Soles and demonstrating the profitability of the investment. Furthermore, the calculated Social NPV of 30,169,615.79 Soles reflects the long-term social benefit, highlighting the viability and social profitability of the project.

## Tabla de Contenido

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo I. Definición del Problema .....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto del Problema a Resolver .....	1
1.2 Presentación del Problema por Resolver .....	3
1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver.....	6
<b>Capítulo II. Análisis del Mercado.....</b>	<b>8</b>
2.1. Descripción del Mercado o Industria .....	8
2.2. Análisis Competitivo Detallado .....	10
<b>Capítulo III. Investigación del Usuario .....</b>	<b>15</b>
3.1. Perfil del Usuario .....	15
3.2. Mapa de Experiencia de Usuario .....	19
3.2.1. Momentos Positivos .....	19
3.2.2 Momentos negativos.....	20
3.3. Identificación de la Necesidad .....	22
<b>Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio.....</b>	<b>23</b>
4.1. Concepción del Producto o Servicio .....	23
4.2. Desarrollo de la Narrativa.....	32
4.3. Carácter Innovador del Producto o Servicio.....	33
4.4. Propuesta de Valor .....	38
4.5. Producto Mínimo Viable (PMV) .....	40
Descripción de la Arquitectura .....	48
<b>Capítulo V: Modelo de Negocio .....</b>	<b>51</b>
5.1. Lienzo del Modelo de negocio.....	51

5.2. Viabilidad Financiera del Modelo de Negocio .....	56
5.3. Escalabilidad/exponencialidad del modelo de negocio .....	57
5.4 Sostenibilidad Social del Modelo de Negocio .....	61
<b>Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable.....</b>	<b>63</b>
6.1. Validación de la Deseabilidad de la Solución.....	63
6.1.1. Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución .....	63
6.1.2. Experimentos Empleados para Validar la Deseabilidad de la Solución.....	66
6.2. Validación de la factibilidad de la solución.....	72
6.2.1. Plan de Mercadeo .....	72
6.2.2. Plan de Operaciones .....	75
6.2.3. Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis .....	77
6.3. Validación de la Viabilidad de la Solución .....	79
6.3.1. Presupuesto de Inversión .....	79
6.3.2. Análisis Financiero.....	87
6.3.3. Simulaciones empleadas para validar las hipótesis .....	89
<b>Capítulo VII. Solución Sostenible.....</b>	<b>92</b>
7.1. Relevancia Social de la solución.....	92
7.2. Rentabilidad Social de la Solución.....	97
7.2.1. Beneficios Sociales.....	97
7.2.2. Costos Sociales.....	99
<b>Capítulo VIII. Decisión e Implementación.....</b>	<b>102</b>
8.1. Plan de implementación y equipo de trabajo .....	102
8.2. Conclusión .....	105
8.3. Recomendación .....	108
<b>Referencias .....</b>	<b>111</b>

<b>Apéndices.....</b>	<b>115</b>
<b>Apéndice A: Guía de Entrevistas.....</b>	<b>115</b>
<b>Apéndice B: Desarrollo del WACC.....</b>	<b>117</b>
<b>Apéndice C: Código de Python de la Red Neuronal de NEURAVISIO MINERO.....</b>	<b>119</b>



## Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz Quick Wins</i> .....	25
Tabla 2 <i>Análisis de Patentes</i> .....	35
Tabla 3 Simulación de Tabla Input de Datos para Neuravisio Minero.....	41
Tabla 4 <i>Detalle del SOM de Neura Visio Minero</i> .....	56
Tabla 5 <i>Plan de Ventas</i> .....	56
Tabla 6 <i>Flujo de Caja Libre en Soles</i> .....	57
Tabla 7 Resultados de Usabilidad para la Hipótesis 1 .....	70
Tabla 8 Resultados de Usabilidad para la Hipótesis 2 .....	71
Tabla 9 Presupuesto de Marketing en Soles.....	75
Tabla 10 <i>Cálculo Inicial del Ratio VTVC/CAC en Soles</i> .....	78
Tabla 11 Simulación del Plan de Marketing .....	79
Tabla 12 <i>Activos Fijos en Soles</i> .....	81
Tabla 13 <i>Plan de Inversión en Soles</i> .....	83
Tabla 14 <i>Detalle de la Inversión en la Plataforma</i> .....	84
Tabla 15 Flujo de Caja en Soles .....	88
Tabla 16 Análisis Financiero.....	89
Tabla 17 Simulación del VAN en Soles.....	90
Tabla 18 Metas Impactadas de la ODS 8 .....	93
Tabla 19 Metas Impactadas de la ODS 9 .....	95
Tabla 20 ODS Impactadas y Relevancia Social Total .....	97
Tabla 21 Beneficios Sociales en Soles.....	99
Tabla 22 VAN Social en Soles .....	101
Tabla 23 Plan de implementacion Neurovisio Minero .....	105

## Lista de Figuras

Figura 1. Accidentes Mortales en la Minería 2022.....	2
Figura 2. Minas con más Accidentes Fatales 2022.....	4
Figura 3 <i>Lienzo Dos Dimensiones</i> .....	5
Figura 4. <i>Lienzo Meta – Usuario Cliente</i> .....	17
Figura 5. Lienzo Meta - Usuario Beneficiario Ever Quispe .....	18
Figura 6 <i>Mapa de Experiencia Usuario</i> .....	21
Figura 7. Matriz 6x6.....	24
Figura 8. <i>Matriz Costo Impacto</i> .....	25
Figura 9 Creación de interfaz de usuario.....	26
Figura 10 Sprint 1 .....	28
Figura 11 Lienzo Blanco de Relevancia .....	30
Figura 12 <i>Sprint 2</i> .....	31
Figura 13 Lienzo Propuesta de Valor.....	40
Figura 14 Aplicación web Neuravisio Minero .....	42
Figura 15 Generación de Matriz de confusión .....	45
Figura 16 <i>Curva ROC de Precisión del Modelo de Redes Neuronales</i> .....	47
Figura 17 <i>Red Neuronal</i> .....	47
Figura 18 Flujo de Procesos de NEURAVISIO MINERO .....	50
Figura 19 Lienzo Business Model Canvas .....	55
Figura 20 <i>Matriz de Priorización de Hipótesis</i> .....	65
Figura 21 Prueba de Deseabilidad de Neuravisio Minero.....	67
Figura 22 Respuesta sobre Atractivo de Neuravisio Minero.....	68
Figura 23 Respuesta de la Facilidad de Uso de Neuravisio Minero .....	69
Figura 24 Respuestas de Aceptación de Precio .....	70

Figura 25 Histograma del VAN en Soles..... 91



## Capítulo I. Definición del Problema

Este apartado se ocupa del entorno del problema social relevante detectado, explicando también cómo este problema afecta a los desafíos y necesidades del grupo objetivo. Concluye presentando las razones que subrayan la complejidad y la relevancia del asunto a abordar.

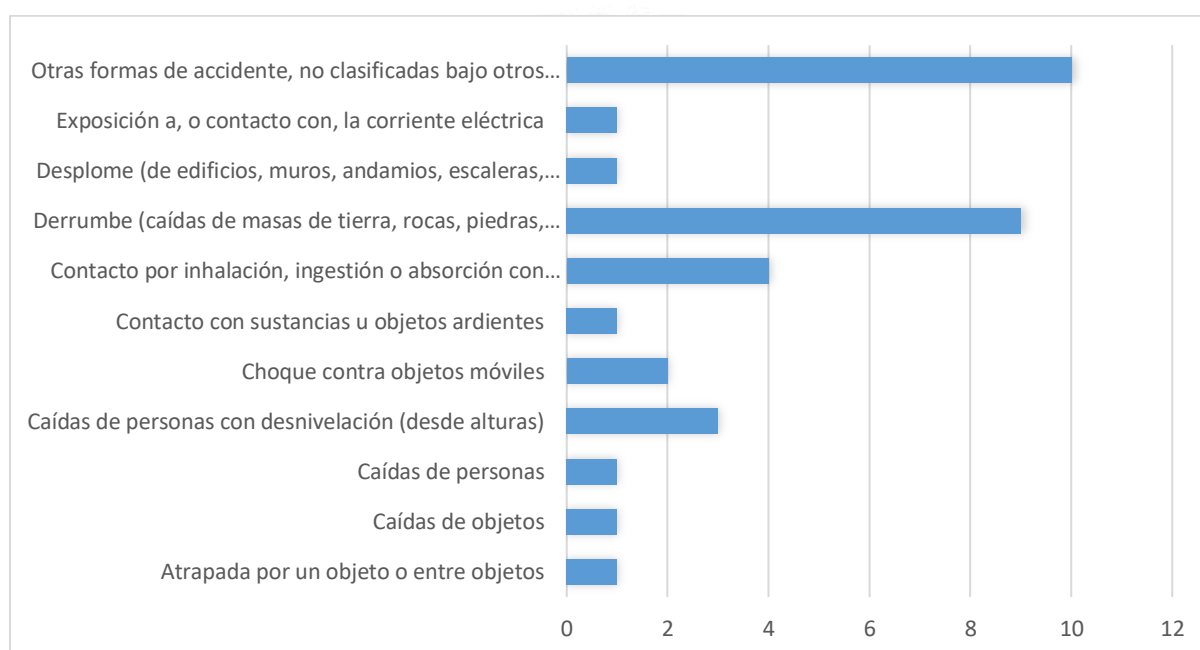
### 1.1 Contexto del Problema a Resolver

Según Purizaca (2023) las cifras de accidentes mortales en empresas mineras en Perú han sido alarmantes, con un total de 405 trabajadores fallecidos en minas y canteras en la última década. Para Purizaca (2023) en el sector minero, se han registrado accidentes fatales que han cobrado vidas, como el trágico incidente ocurrido recientemente en la provincia de Condesuyos, Arequipa, donde 27 personas perdieron la vida y 175 resultaron heridas en la empresa minera Yanaquihua S.A.C (Purizaca, 2023). Estos sucesos han generado inquietud y subrayado la necesidad de invertir en la prevención de emergencias laborales en el oficio minero. En respuesta, la legislación peruana ha actualizado el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería para asegurar la protección del personal en este ámbito. Conforme a las cifras brindadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2020), anualmente se reportan más de 2.78 millones de fallecimientos por causa de emergencias laborales o afecciones relacionadas con la actividad laboral. Desglosando esta estadística, se observa que mensualmente se producen aproximadamente 231,667 muertes, 7,722 muertes diarias, 322 cada hora y aproximadamente 5 cada minuto. Esto significa que durante el tiempo que tardaría en leer esta investigación, unos quince minutos, se estima que 75 personas habrían perdido la vida por causas relacionadas con el trabajo, una realidad que invita a una profunda reflexión sobre la seguridad laboral. Según STATISTA (2023). en el año 2021, se registraron 1.190 accidentes que resultaron en lesiones graves o discapacidades, junto con 3.371 accidentes de menor gravedad. Además,

durante este mismo año se reportaron 8 muertes en la industria minera, lo que eleva el total de trabajadores fallecidos en accidentes mortales a 220 en los últimos cinco años. La mayoría de estos incidentes fatales tienen lugar en empresas mineras de tamaño mediano y grande. Estas estadísticas resaltan la urgente necesidad de continuar fortaleciendo las medidas de seguridad en el sector minero peruano.

**Figura 1.**

### **Accidentes Mortales en la Minería 2022**



*Nota.* Adaptado de “Estadística de accidentes mortales en el sector minero – 2021,” por MINEM, 2023.

([https://www.minem.gob.pe/\\_estadistica.php?idEstadistica=12464&idSector=1](https://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idEstadistica=12464&idSector=1))

Según Montaña (2023) desde el primer mes del año 2018 hasta principios del quinto mes del año 2023, se han registrado 138 incidentes en 67 yacimientos mineros legales en Perú, lo que ha resultado en la pérdida de 220 vidas de trabajadores por diversas causas, el 66% de estas víctimas estaban empleadas en minas de tamaño mediano y grande. Centrándonos en los incidentes ocurridos dentro de las operaciones mineras, cinco empresas se destacan, cuatro de

las cuales son de escala intermedia y grande. Una desviación es Yanaquihua, allí fallecieron 27 individuos el 6 de mayo 2023. Las otras empresas involucradas son el Consorcio Minero Horizonte, Compañía Minera Poderosa, Sociedad Minera Corona y Sociedad Minera El Brocal (Montaño, 2023).

Según Purizaca (2023) en el año 2022, perdieron la vida 356 personas mientras estaban en sus lugares de trabajo, marcando así el más alto índice registrado en la década precedente. Dentro del total mencionado, 146 fallecieron en accidentes que no pudieron ser clasificados debido a la falta de datos, lo que significa que no se tiene información específica sobre qué causó la muerte de aproximadamente la mitad del personal en su horario de trabajo. De los incidentes tipificados, 65 sucedieron por desplome de artículos, 48 por desplome de individuos y 28 por ser pisados, chocados o golpeados por objetos (excluyendo caídas de objetos). Por otro lado, en el período comprendido entre 2002 y 2012, la región con mayor número de fallecimientos en el lugar de trabajo fue Lima, con un total de 1,106 víctimas, seguida de Arequipa con 186 y La Libertad con 137. Lima también es la región que registró la mayor cantidad de muertes en el sector minero durante ese mismo período, con 206 fallecidos, seguida de La Libertad con 39 y Arequipa con 28.

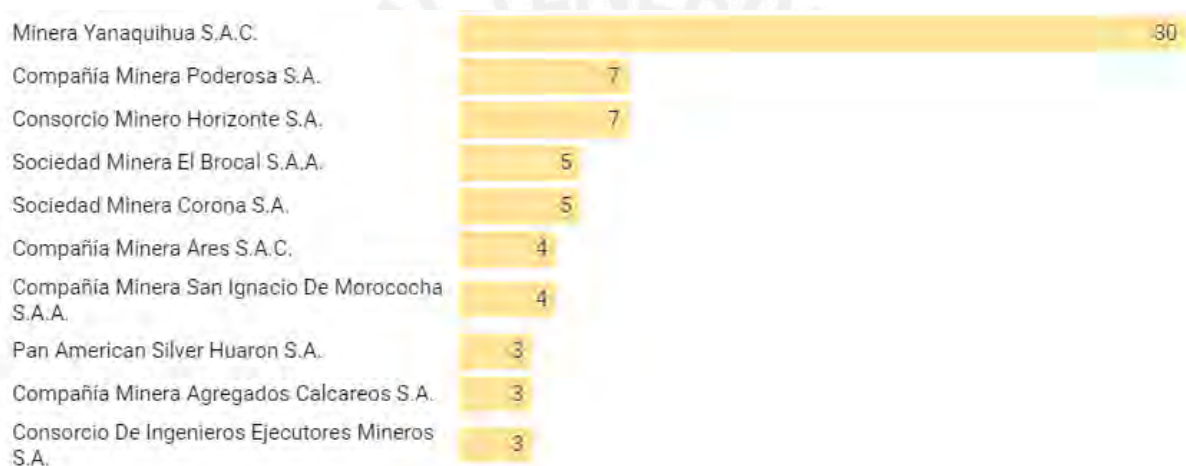
## **1.2 Presentación del Problema por Resolver**

El problema social relevante identificado en los datos proporcionados se centra en la seguridad laboral en las empresas mineras de Perú, donde se producen estos tipos de incidentes. La alta proporción de ciertos tipos de accidentes, como los derrumbes, que representan aproximadamente el 26.47% de los casos, y otras formas de accidentes no clasificados, que constituyen alrededor del 29.41%, resalta la premura de fortalecer las disposiciones de seguridad y las prácticas laborales para proteger a los trabajadores. colocar un cuadro.

Este problema no repercute únicamente en la calidad de vida y la salud de los trabajadores a nivel individual, sino que también acarrea amplias implicaciones económicas para las empresas, como la pérdida de días laborables y la compensación a los trabajadores, así como costos sociales, que incluyen el impacto en las familias de los colaboradores y la comunidad. Por lo tanto, es imperativo anticiparse a las emergencias laborales y promover un contexto de trabajo protegido.

## Figura 2.

### Minas con más Accidentes Fatales 2022



Nota. Adaptado de “Minas formales con más muertes en sus operaciones son de mediana y gran escala,” por F. Montaña, 2023. (<https://ojo-publico.com/sala-del-poder/minas-mas-muertes-pertenece-la-mediana-y-gran-escala>)

Según Montaña (2023) En diciembre de 2022, dos accidentes fatales ocurrieron en las minas Libertad y Poderosa en Trujillo, resultando en las muertes de William Otiniano Rubio y Nelver Acosta Chirado, respectivamente. En 2019, otros cuatro trabajadores perdieron la vida en accidentes separados en las operaciones de Libertad y La Poderosa en Trujillo. Por estos incidentes de 2019, la empresa fue sancionada con una multa de S/494,760 por incumplimientos de la norma de seguridad y salud ocupacional de la actividad minera. Además, la empresa fue multada con S/11,620 por no cumplir con el estándar mínimo de

velocidad del aire en las operaciones subterráneas de la mina Libertad. Durante el año 2021, los incidentes más usuales que resultaron en perjuicios graves fueron la manipulación de insumos y el desplome de individuos, según el informe anual de la compañía.

El lienzo Dos Dimensiones presentado aborda un tema crítico en la industria minera: los accidentes laborales y sus consecuencias devastadoras. Se concentra en las preocupaciones y desafíos que enfrentan los trabajadores mineros, especialmente en lo que respecta a la seguridad en el lugar de trabajo. Este panorama plantea diversas preocupaciones, desde la falta de medidas de seguridad adecuadas hasta la necesidad de mejorar las prácticas laborales para proteger la vida de los trabajadores. Sin embargo, el enfoque no radica en cuestionar la necesidad de la actividad minera, sino en resaltar la importancia de fortalecer las medidas de seguridad, cumplir rigurosamente con los reglamentos de seguridad y salud ocupacional, y garantizar una educación preventiva y de protección que reduzca los riesgos de accidentes y salvaguarde la plenitud en salud y la existencia del personal minero (Ver Figura 3).

### Figura 3

#### Lienzo Dos Dimensiones



### 1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver

La gravedad y relevancia de los accidentes en la minería peruana, que han resultado en lesiones graves o discapacidades, se deben a diversos factores. Durante el año 2021, se documentaron 1.190 accidentes con consecuencias graves y 3.371 de menor gravedad. Estas cifras reflejan consecuencias significativas para la salud y la calidad de vida del personal minero. Es ampliamente reconocido que el oficio minero supone riesgos elevados y los accidentes laborales representan un peligro serio para la salud y la calidad de vida del personal. De igual forma, se evidencia que la mayor parte de accidentes mortales ocurren en empresas mineras de mediana a gran escala, subrayando el requerimiento de intensificar las disposiciones de seguridad en estas organizaciones. Estos incidentes resaltan la urgencia de implementar regulaciones efectivas y promover una educación preventiva y de seguridad en el sector minero peruano.

Los incidentes graves en la industria minera peruana pueden tener consecuencias significativas y de larga duración para las personas afectadas. Las estadísticas de 2021 revelan que se registraron 1.190 accidentes que resultaron en lesiones graves o discapacidades. Estas lesiones abarcan desde lesiones musculares hasta heridas profundas y esguinces, lo que puede generar dificultades para que los trabajadores afectados vuelvan a sus labores y realicen actividades cotidianas, impactando negativamente en sus condiciones de vida y su bienestar a plazo futuro. En caso de accidentes mortales, las consecuencias son aún más devastadoras, incluyendo la pérdida de vidas y el impacto emocional y financiero en las familias de las víctimas. Por lo tanto, es esencial continuar mejorando las disposiciones de seguridad al interior del rubro minero peruano con el fin de anticipar estos incidentes y velar por la salud y protección de los empleados.

Las cifras revelan una diferencia significativa entre Perú y otros países en torno a los accidentes en el rubro de minería. En el año 2021, se registraron 1.190 accidentes que

resultaron en lesiones graves o discapacidades, junto con 3.371 accidentes de menor gravedad en el sector minero peruano. Además, en lo que va del año actual, se han reportado 8 fallecimientos en la minería, sumando un total de 220 trabajadores muertos en accidentes mortales en los últimos cinco años. Estos datos destacan la exigencia por fortalecer las disposiciones de protección en la minería peruana para reducir esta brecha con otros países y velar por la salud y seguridad laboral.

La relación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 3 y 8 se manifiesta claramente en la necesidad de garantizar la salud y protección laboral en la industria minera. El ODS 3, Salud y Bienestar, pretende cuidar el bienestar y promover los modos de vida saludables en todos los grupos etarios, lo cual supone la anticipación frente a emergencias laborales y la atención médica adecuada para los trabajadores mineros. Por otro lado, el ODS 8, Trabajo Decente y Progreso Económico, se concentra en impulsar la ampliación económica sostenible, inclusiva y sostenida, así como la estabilidad de trabajo, empleo productivo y actividades decentes para el grueso de la población, incluyendo condiciones laborales seguras en la industria minera. Al fortalecer las medidas de seguridad en el rubro de minería en el Perú, no solo se protege la sanidad y calidad de vida de los trabajadores (ODS 3), sino que también se promueve un entorno laboral seguro y se contribuye al progreso económico y social sostenidos (ODS 8) (Naciones Unidas, 2015).

## Capítulo II. Análisis del Mercado

Con el objetivo de realizar un análisis exhaustivo del mercado, se demanda la comprensión rigurosa de la situación global en el que se desenvolverá. Además, es esencial definir a los competidores más directos para examinar sus debilidades y fortalezas, lo que permitirá identificar las oportunidades que puedan surgir a favor del analista.

### 2.1. Descripción del Mercado o Industria

El periodo 2021 finalizó con un total de 1,363 unidades mineras en operación en todo el territorio peruano, lo que marcó un incremento de casi el 5% en comparación con el año anterior. Estas unidades o centros mineros se ocupan de la excavación y aprovechamiento de una amplia gama de metales, incluyendo cobre, estaño, hierro, molibdeno, oro, plata, plomo y zinc, desempeñando un papel crucial en la economía nacional al tiempo que proporcionan empleo a alrededor de 227,407 trabajadores (Chacón, 2022).

Las empresas de seguridad minera en Perú ofrecen una variedad de servicios especializados para la protección y gestión de riesgos en el sector minero. Algunos de estos servicios incluyen:

- **Protección Integrada:** Las empresas como Securitas ofrecen servicios de protección que integran personas, tecnología y conocimiento de los riesgos potenciales de las empresas en el sector minero
- **Gestión de Riesgos:** Compañías como Gallagher Perú ofrecen servicios de seguros y gestión de riesgos, que incluyen cobertura para daños a la propiedad, interrupción del negocio, y seguros de compromiso civil de directivos y ejecutivos (D&O)
- **Automatización y Minería Inteligente:** Algunas empresas proveedoras de servicios a la minería ofrecen soluciones de automatización, sistemas de

control inteligente, gestión inteligente de activos, sistemas de seguridad y protección, entre otros

- Formación y Asesoramiento: El Instituto de Seguridad Minera (ISEM) y otras organizaciones proporcionan formación, asesoramiento y servicios de consultoría en seguridad minera

Estos servicios están especialmente diseñados para enfrentar los desafíos específicos relacionados con la protección y manejo de riesgos en el sector minero, con el propósito de fomentar un entorno laboral seguro y protegido tanto para los trabajadores como para las operaciones mineras en su conjunto. Las empresas de seguridad minera en Perú se esfuerzan por garantizar que sus servicios curan parámetros elevados de protección mediante una variedad de estrategias y prácticas, que abarcan:

- Formación y capacitación: Estas empresas proporcionan programas de capacitación tanto para su propio personal como para los clientes, con el objeto de mejorar las habilidades y conocimientos en cuestión de prevención de accidentes y manejo de riesgos.
- Certificaciones internacionales: Algunas de estas empresas poseen certificaciones reconocidas a nivel internacional, como la ISO 9001 y 14001, lo que evidencia su responsabilidad en torno a la calidad y gestión ambiental.
- Colaboración con organizaciones y autoridades: Estas compañías trabajan en estrecha colaboración con instituciones gubernamentales y organizaciones relevantes del sector, tales como el Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, el Ministerio de Energía y Minas y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Esta colaboración se enfoca en establecer estándares de protección y difundir iniciativas de anticipación de emergencias.

- Implementación de sistemas de gestión: Las empresas de seguridad minera implementan sistemas de gestión robustos, como el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SGSSO), a fin de prevenir accidentes laborales y mejorar la seguridad en las operaciones mineras.
- Investigación y análisis: Estas compañías realizan estudios exhaustivos y análisis del comportamiento en las empresas mineras para rastrear opciones de mejora e impulsar una formación sólida en seguridad.
- Gestión de riesgos: Utilizando *Bow Tie* una herramientas y técnicas especializadas de gestión de riesgos, las empresas de seguridad minera identifican y abordan de manera proactiva los riesgos potenciales en las operaciones mineras, contribuyendo así a reducir la probabilidad de accidentes y mejorar la seguridad general.

## **2.2. Análisis Competitivo Detallado**

En el territorio peruano, coexisten diversas organizaciones que brindan servicios de prevención de accidentes mineros. Estas empresas ofrecen una gama extensa de servicios, que abarca:

- Consultoría en seguridad minera: las empresas de consultoría brindan asistencia a las empresas mineras en el despliegue y ejecución de programas de gestión de seguridad. Estos sistemas incluyen la especificación de riesgos, análisis de riesgos, ejecución de monitoreo y la implementación de controles y la supervisión de la efectividad de los controles.
- Capacitación en seguridad minera: las empresas de capacitación ofrecen cursos y talleres sobre temas de seguridad minera. Estos cursos pueden cubrir temas como prevención de accidentes, primeros auxilios, rescate minero, etc.

- Ingeniería de seguridad minera: las empresas de ingeniería brindan servicios de ideación y ejecución de programas de seguridad minera. Estos sistemas pueden incluir sistemas de ventilación, sistemas de control de incendios, sistemas de seguridad eléctrica, etc.

Algunas de las empresas peruanas que brindan servicios de prevención de accidentes mineros son:

- SGS: SGS es una empresa multinacional de servicios de inspección, verificación, análisis y certificación. SGS brinda diversos servicios de seguridad minera, incluyendo asesoramiento, capacitación e ingeniería.
- DNV: DNV es una empresa multinacional de servicios técnicos y de consultoría. DNV ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo consultoría, capacitación e ingeniería.
- Bureau Veritas: Bureau Veritas es una empresa multinacional de servicios de inspección, verificación, análisis y certificación. Bureau Veritas ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo consultoría, capacitación e ingeniería.
- SMT: SMT es una empresa peruana especializada en seguridad minera. SMT ofrece servicios de consultoría, capacitación e ingeniería.
- Hunter Perú: Hunter Perú es una empresa peruana especializada en soluciones tecnológicas para la seguridad minera. Hunter Perú ofrece soluciones para la anticipación frente a emergencias vehiculares, caídas, incendios, entre otros.

A nivel mundial, existen diversas empresas que brindan servicios de prevención de accidentes mineros. Estas empresas ofrecen una amplia gama de servicios, que son similares a los ofrecidos por las empresas peruanas. Algunas de las empresas de prevención de accidentes mineros más importantes a nivel mundial son:

- Bureau Veritas: Bureau Veritas es una empresa multinacional de servicios de inspección, verificación, análisis y certificación. Bureau Veritas ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo consultoría, capacitación e ingeniería.
- Arup: Arup es una empresa multinacional de ingeniería, diseño y consultoría. Arup ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo diseño e implementación de sistemas de seguridad.
- Ramboll: Ramboll es una empresa multinacional de ingeniería, diseño y consultoría. Ramboll ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo diseño e implementación de sistemas de seguridad.
- Jacobs Engineering: Jacobs Engineering es una empresa multinacional de ingeniería, construcción y consultoría. Jacobs Engineering ofrece servicios de seguridad minera, incluyendo diseño y ejecución de programas de seguridad.

Estas empresas operan en todo el mundo y ofrecen sus servicios a organizaciones mineras de tamaño y actividades diversas. Las cinco fuerzas de Porter son un contexto de análisis que permite entender la estructura competitiva de una industria. Aquí se aplica este marco al sector de la seguridad minera en Perú.

**Rivalidad entre competidores existentes:** La industria de la seguridad minera en Perú es altamente competitiva con la actividad de organizaciones nacionales y extranjeras diversas como SGS, DNV, Bureau Veritas, SMT y Hunter Perú. Estas empresas ofrecen una gama variada de servicios, desde consultoría y capacitación hasta ingeniería de seguridad. La intensidad de la competencia se eleva debido a la relevancia crítica de la protección durante la operación minera, lo que impulsa a las empresas a mejorar constantemente sus ofertas y tecnologías para diferenciarse y capturar una mayor cuota de mercado.

**Amenaza de nuevos entrantes:** Los obstáculos de ingreso al sector de seguridad minera pueden considerarse moderados. Aunque el establecimiento de una empresa de seguridad minera requiere conocimiento especializado, certificaciones y una reputación sólida para ganar la confianza de las mineras, el creciente enfoque en la seguridad y las regulaciones gubernamentales podrían animar a nuevos jugadores a entrar en el mercado. Sin embargo, la necesidad de cumplir con normativas internacionales y la alta inversión en tecnología y personal calificado pueden disuadir a nuevos entrantes.

**Poder de negociación de los proveedores:** El poder de los suministradores en esta industria es moderadamente alto por causa de las tecnologías y los conocimientos especializados que requieren estos servicios, los cuales son comodidades y a menudo dependen de proveedores internacionales de equipos y sistemas de seguridad avanzados. Las empresas de seguridad minera necesitan definir vínculos sólidos con suministradores confiables para asegurar la calidad y la continuidad en la entrega de sus servicios.

**Poder de negociación de los compradores:** Los usuarios de esta industria, principalmente grandes corporaciones mineras, tienen un poder de negociación significativo. Esto se debe a su tamaño y al volumen de negocios que pueden aportar. Además, la seguridad minera es un área crítica que afecta directamente la operatividad de las minas, por lo tanto, los clientes tienen la capacidad de presionar por precios competitivos y alta calidad en los servicios.

**Amenaza de productos o servicios sustitutos:** La amenaza de sustitutos en el segmento de seguridad minera es relativamente baja, dado que los servicios ofrecidos son especializados y cruciales para cumplir con estándares de seguridad y regulaciones legales. No obstante, la innovación constante en tecnología podría ofrecer nuevas formas de gestionar la seguridad que podrían sustituir o disminuir la dependencia de algunos servicios tradicionales como la consultoría y capacitación manual.

Este contexto analítico de las cinco fuerzas de Porter revela que el sector de seguridad minera en Perú, aunque competitivo y desafiante, ofrece oportunidades significativas para empresas que puedan innovar y mantener altos estándares de servicio. Además, subraya la importancia de la colaboración estratégica y el desarrollo continuo para mantenerse relevante en un mercado regulado y altamente especializado.



### **Capítulo III. Investigación del Usuario**

Este apartado explorará el perfil del usuario mediante entrevistas que contribuyen a crear un perfil completo, describiendo elementos como su ubicación, ocupación, actividades diarias y principios fundamentales. También se elaborará un mapa de Experiencia del Usuario, evaluando las experiencias tanto favorables como desfavorables, y las emociones que experimenta el usuario al enfrentarse a los desafíos cotidianos.

#### **3.1. Perfil del Usuario**

Se aplicaron entrevistas enfocadas en comprender las necesidades de los usuarios, especialmente en cuanto a la prevención de accidentes e incidentes en la industria de la minería, los cuales representan riesgos tanto para la existencia de los empleados como para la eficiencia operativa de las compañías. Se llevaron a cabo entrevistas con 36 trabajadores y profesionales en prevención de riesgos mineros, del grupo etario comprendido entre los 25 y 45 años, provenientes de diversas zonas mineras y con distintos estados civiles y trasfondos regionales. Estas entrevistas tenían como objetivo definir el perfil del usuario en el contexto minero artesanal, explorando sus predilecciones, comportamientos y sentimientos, así como su nivel de satisfacción y descontento. Además, se entrevistó a supervisores mineros, cuya experiencia destacó la importancia de la implementación de equipos mineros, lo que permitió identificar características comunes relevantes. Estos hallazgos fueron fundamentales para elaborar un perfil detallado tomado luego como fundamento para la ideación del prototipo de la matriz meta usuario.

Carlos Domínguez es un ingeniero de minas de 35 años, residente en Lima, con dos hijos pequeños que son su mayor alegría. Experimenta una gran satisfacción al implementar medidas de seguridad efectivas que protegen la vida de sus colegas en la mina. Su mayor aspiración profesional es convertirse en un líder en innovación dentro de la industria minera. En su vida personal, busca encontrar un equilibrio armonioso entre su trabajo y su familia.

Sin embargo, se ve limitado por la escasez de alternativas de formación y progreso en su campo laboral.

El trabajo del usuario se centra en la exploración geológica para identificar y evaluar yacimientos minerales, una tarea crucial pero limitada por la escasez de recursos financieros para implementar nuevas tecnologías. Visualiza el funcionamiento ideal de una operación minera como un sistema perfectamente sincronizado entre todos los departamentos, desde la exploración hasta la producción y la rehabilitación del sitio.

Para alcanzar sus objetivos en la minería, considera que se requiere mayores fondos de inversión para labores investigativas y el despliegue de tecnología minera innovadora. En términos de protección y anticipación frente a accidentes de minería, se enfrenta a riesgos asociados a la operación de maquinaria pesada y a fallos mecánicos inesperados que pueden detener la producción.

El manejo funcional de los recursos humanos y la disponibilidad de personal calificado también representan desafíos significativos en su trabajo. Sin embargo, la seguridad en la mina es su prioridad absoluta, ya que cualquier compromiso en este aspecto podría tener consecuencias devastadoras para los trabajadores.

Además de los problemas mencionados, enfrenta desafíos relacionados con la gestión de residuos y desechos mineros, lo que impacta considerablemente en la productividad al generar tiempos de inactividad no planificados. Considera que la seguridad de los trabajadores es el aspecto más crítico de la operación minera, seguido por la gestión de riesgos geológicos, dada la impredecibilidad del subsuelo. Para resolver estos desafíos, anhela implementar tecnología sofisticada de control que mejoren la protección y la funcionalidad de la actividad minera.

Figura 4.

Lienzo Meta – Usuario Cliente



Figura 5.

Lienzo Meta - Usuario Beneficiario Ever Quispe

**CÍRCULO SOCIAL:** Mencionar cómo es su círculo de amistades y social, cómo se comporta con ellos, cuales son sus intereses, qué desaprueban, etc.

- Es el sostén de su familia
- Todos sus amigos son trabajadores de mina.
- Juega pelota luego de trabajar en la mina

**BIO:** Mencionar el nombre, edad, sexo, donde vive, rasgos de personalidad, qué lo hace sentir orgulloso, qué lo hace sentir avergonzado, cuales son sus anhelos, etc.

- Nombre: Ever.
- Edad: 31 años.
- Lugar: Arequipa – Perú.
- Personalidad: Trabajador responsable
- Se avergüenza de no haber estudiado una profesión técnica.
- Anhela crecer profesionalmente y con mejor remuneración económica.

**FAMILIA:** Mencionar cuantos miembros tiene su familia, cómo es la relación con ellos, cual es su rol, cuales son sus valores, etc.

- Familia conformada por la esposa, 3 hijos.
- Su familia esta orgullosa de él, porque es un padre de familia responsable.

**PROBLEMAS:** Mencionar sus preocupaciones, frustraciones y problemas.

- Se preocupa por los posibles accidentes en la mina, que siempre sucede
- Espera que su empresa contrate mejores prevenicionistas.
- A veces se queda mas días de lo establecido, para cumplir con sus metas.

**CREENCIAS:** Mencionar en qué cree o qué religión tiene, cómo lo practica, cual es su motivación en la vida, etc.

- Religión: Cree en Dios
- Cuando puede va a misa
- Se motiva pensando en que sus hijos sean profesionales.

**ACTIVIDADES:** Mencionar cuales son las actividades que realiza en su día a día, cuales son sus pasatiempos, etc.

- Trabajador minero
- Es operador de equipo
- Tiempos libres, prefiere pasarla con su familia.

## 3.2. Mapa de Experiencia de Usuario

Este enfoque ofrece la posibilidad de reconocer las emociones experimentadas por el usuario principal, lo que ayuda a entender sus sentimientos durante el proceso y los desafíos que enfrenta en sus actividades diarias dentro de su empresa.

### 3.2.1. Momentos Positivos

- Implementación exitosa de medidas de seguridad: Experimenta una gran satisfacción al implementar medidas de seguridad efectivas que protegen la vida de sus colegas en la mina, lo que le brinda una sensación de logro y contribución significativa a la seguridad laboral.
- Visualización del funcionamiento ideal de la operación minera: Carlos se imagina una operación minera perfectamente sincronizada entre todos los departamentos, lo que le proporciona una sensación de orden y eficiencia en su trabajo.
- Aspiración profesional como líder en innovación: Su aspiración de convertirse en un líder en innovación dentro de la industria minera le brinda motivación y entusiasmo por su carrera, generando un sentimiento de progreso y desarrollo profesional.
- Priorización de la seguridad en la mina: La priorización absoluta de la seguridad en la mina le proporciona tranquilidad y confianza en su entorno laboral, sabiendo que la protección de los trabajadores es una preferencia relevante para toda operación de minería.
- Fondos de inversión para investigación y mejoras: Reconoce la importancia de montos de inversión para investigar y desplegar tecnologías mineras innovadoras para alcanzar sus objetivos en la minería, lo que le brinda esperanza y optimismo para el futuro de la industria.

### 3.2.2 Momentos negativos

- Limitaciones en alternativas de formación y progreso: Se siente limitado por la escasez de opciones de formación y progreso en su campo laboral, lo que genera frustración y estancamiento en su crecimiento profesional.
- Escasez de recursos financieros para implementar nuevas tecnologías: La escasez de recursos financieros para implementar nuevas tecnologías limita su aptitud para elevar la funcionalidad y la productividad en su trabajo, lo que genera preocupación y obstáculos en su desempeño laboral.
- Riesgos asociados a la caída de rocas: Los riesgos asociados a las operaciones mineras que conllevan a posibles accidentes laborales mineros representan una fuente de estrés y ansiedad en su trabajo, ya que pueden detener la producción y amenazar la protección en el trabajo.
- Desafíos en la gestión de recursos humanos: El manejo o gestión racional de los medios humanos y la disponibilidad de personal calificado representan desafíos significativos, lo que genera preocupación por la capacidad de mantener un equipo competente y bien gestionado en su operación minera.
- Impacto de los desechos mineros en la productividad: Los obstáculos relacionados con el manejo residual y de desechos mineros impactan considerablemente en la productividad al generar tiempos de inactividad no planificados, lo que genera estrés y presión para encontrar soluciones efectivas.



### 3.3. Identificación de la Necesidad

Tras examinar tanto las vivencias positivas como las negativas del usuario, se optó por profundizar con el adquirente en la comprensión de su vínculo con el consumidor final y definir la manera de cubrir sus exigencias. El cuestionario llevado a cabo con la gerencia, supervisores y negociantes del ámbito minero revelaron los beneficios que la mecanización ha aportado a sus operaciones. Las seis necesidades primordiales de Carlos Domínguez, fundamentadas en su perfil y sus vivencias, son:

- Oportunidades de capacitación y desarrollo: Carlos identifica la escasez de posibilidades de formación y progreso en su campo laboral como una limitación para su crecimiento profesional.
- Recursos financieros para tecnología: Medios financieros limitados para implementar nuevas tecnologías en su operación minera representa un desafío importante para Carlos.
- Seguridad en el trabajo: Carlos considera que la seguridad en la mina es de suma importancia y una prioridad absoluta, dada la naturaleza de su trabajo en la industria minera.
- Modernización de equipos: Reconoce la importancia de la modernización de equipos para mejorar la eficiencia y productividad en su operación minera.
- Gestión y administración eficientes: Carlos valora una buena gestión y administración como fundamentales para el éxito y sostenibilidad de su mina.
- Implementación de tecnologías avanzadas de monitoreo: Anhela implementar tecnología sofisticada de control para elevar la protección y funcionalidades de la operación de minería.

## **Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio**

En este apartado, se examina el concepto del producto y se confirma que el producto mínimo viable cumple con los planteamientos del cliente. Para ello se desarrolló el lienzo 6x6, matriz de costo impacto, propuesta de valor y blanco de relevancia con el fin de alcanzar un producto mínimo viable que satisfaga las necesidades del cliente.

### **4.1. Concepción del Producto o Servicio**

Con miras a desarrollar el lienzo 6x6, resulta fundamental emprender una revisión exhaustiva sobre la condición actual tanto de los usuarios como de las empresas mineras. Muchas de estas empresas aún se adhieren a enfoques convencionales debido a la carencia de métodos predictivos en la gestión de riesgos. Por lo tanto, se elaboraron una serie de preguntas con el fin de comprender la vía en que el modelo de negocio propuesto lograría cubrir estos requerimientos. Esto condujo a la identificación de un conjunto de soluciones, de las cuales se seleccionaron las más relevantes para mejorar tanto la eficiencia operativa como la seguridad de los trabajadores. El énfasis se puso en cómo estas soluciones podrían beneficiar a las empresas mineras y perfeccionar su condición vigente. Las variaciones se presentaron a los usuarios con el propósito de que resultaran atractivas y estuvieran alineadas con su planificación estratégica, con la intención final de acrecentar el rendimiento y los productos de la operación.

Figura 7.

Matriz 6x6

Objetivo			Necesidades		
¿Cuál es el problema relevante que se pretende solucionar?			¿Cuáles son las necesidades específicas del usuario?		
Hallar una resolución que permita a las empresas reducir los accidentes e incidentes laborales mineros que paralizan sus operaciones y atentan contra el capital humano.			Mejorar la seguridad en el lugar de trabajo. Reducción de accidentes por desprendimiento de rocas. Atención a condiciones laborales subestándar. Enfoque en grupos de trabajadores específicos. Mayor énfasis en la seguridad durante ciertos periodos. Mejor supervisión y regulación de empresas contratistas.		
Preguntas generadoras			¿Cómo se podría?		
A partir de la necesidad plantear 6 preguntas generadoras					
Pregunta 1: ¿Qué medidas específicas pueden implementarse a fin de asegurar la protección laboral de los empleados mineros?	Pregunta 2: ¿Cómo se pueden prevenir de manera efectiva los accidentes relacionados con el desprendimiento de rocas en las minas?	Pregunta 3: ¿Cuáles son las principales condiciones laborales subestándar que deben abordarse y cómo se pueden mejorar?	Pregunta 4: ¿Qué estrategias de capacitación y seguridad son necesarias para grupos de trabajadores como perforistas y empleados con menos de un año de servicio?	Pregunta 5: ¿Qué acciones específicas se deben tomar para garantizar la seguridad durante los periodos de mayor riesgo, como marzo y los viernes?	Pregunta 6: ¿Cómo se puede mejorar la supervisión y regulación de las empresas contratistas y actividades conexas para satisfacer los criterios de seguridad en el sector minero?
1. Implementar tecnologías de seguridad avanzadas, como la Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales.	7. Desarrollar programas de concienciación sobre seguridad y promover una educación en protección en la industria de la minería.	13. Instalar sistemas de alerta temprana y comunicación inmediata en caso de emergencias.	19. Promover la utilización de equipo de protección personal (EPP) de alta calidad y garantizar su disponibilidad en todo momento.	25. Realizar inspecciones regulares de equipos y maquinaria para detectar y abordar posibles riesgos.	31. Establecer protocolos de respuesta a emergencias y planes de evacuación en el lugar de trabajo.
2. Utilizar sistemas de monitoreo geotécnico para detectar signos de inestabilidad en las rocas y tomar medidas preventivas.	8. Realizar evaluaciones geotécnicas regulares y mantener un monitoreo constante de las áreas propensas a desprendimientos de rocas.	14. Utilizar tecnología de monitoreo en tiempo real para prevenir caídas de rocas y evacuar áreas de peligro.	20. Fomentar la indagación y despliegue de tecnología sofisticada de prevención de accidentes relacionados con rocas.	26. Establecer protocolos de seguridad específicos para áreas propensas a desprendimientos de rocas.	32. Reforzar la capacitación en seguridad para contratistas y actividades conexas, y exigir el cumplimiento de estándares.
3. Identificar y abordar deficiencias en la ventilación, iluminación y ergonomía en el lugar de trabajo.	9. Mejorar la gestión de la fatiga y la cercanía con insumos químicos en el espacio de trabajo.	15. Abordar las deficiencias en las instalaciones de descanso y la disponibilidad de agua potable en las minas.	21. Evaluar la calidad ergonómica de los puestos de labores y mejorar según requiera el caso.	27. Mejorar las condiciones de ventilación y proporcionar áreas de descanso seguras y cómodas.	33. Establecer un sistema de informes de seguridad para trabajadores y fomentar la comunicación de incidentes.
4. Proporcionar capacitación específica en técnicas de perforación segura y en el uso de equipos de seguridad.	10. Establecer procedimientos de capacitación continua y de mentoría para nuevos empleados.	16. Brindar alternativas de formación constante y progreso laboral para los técnicos en actividad.	22. Implementar sistemas de seguimiento de la capacitación y certificaciones para garantizar que los trabajadores estén debidamente formados.	28. Facilitar la participación en programas de capacitación e impulsar el aprendizaje constante.	34. Fortalecer la supervisión en el lugar de labores y promover la cultura de reportar condiciones inseguras.
5. Reforzar la supervisión y las inspecciones durante los periodos de mayor riesgo, así como promover prácticas seguras entre los trabajadores.	11. Reforzar la formación en seguridad y la preparación para situaciones de emergencia durante estos periodos críticos.	17. Establecer procedimientos de seguridad específicos para los días de mayor riesgo, incluyendo revisiones exhaustivas y simulacros.	23. Asegurar una mayor presencia de supervisores y especialistas en seguridad en los días de mayor riesgo.	29. Implementar medidas adicionales de seguridad, como patrullas de seguridad y equipos de rescate de emergencia.	35. Establecer una mayor coordinación entre las agencias reguladoras y las empresas para mejorar la supervisión y el cumplimiento de la seguridad.
6. Establecer estándares más rigurosos para la calificación y supervisión de empresas contratistas y actividades conexas, junto con sanciones por incumplimiento.	12. Implementar auditorías regulares y requerir que las empresas contratistas cumplan con estándares de seguridad más estrictos.	18. Fortalecer la cooperación con agencias reguladoras y realizar auditorías conjuntas para garantizar el cumplimiento normativo.	24. Establecer un sistema de calificación para empresas contratistas basado en su historial de seguridad y cumplimiento normativo.	30. Fortalecer las sanciones y las consecuencias legales para las organizaciones que no cubran los criterios de protección.	36. Fomentar la transparencia y la responsabilidad en la industria minera a través de informes públicos sobre seguridad y sanciones.
Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales:	10. Establecer procedimientos de capacitación continua y de mentoría para nuevos empleados.	16. Brindar alternativas de formación constante y progreso laboral para los técnicos en actividad.	22. Implementar sistemas de seguimiento de la capacitación y certificaciones para garantizar que los trabajadores estén debidamente formados.	28. Facilitar la participación en programas de capacitación e impulsar el aprendizaje constante.	34. Fortalecer la supervisión en el lugar de labores y promover la cultura de reportar condiciones inseguras.

El uso del lienzo 6x6 ha simplificado la identificación de posibles soluciones para abordar las inquietudes de los gerentes de riesgos y prevenciones. Para perfeccionar la iniciativa, se recurrió a la Matriz Costo-Impacto (Quick Wins).

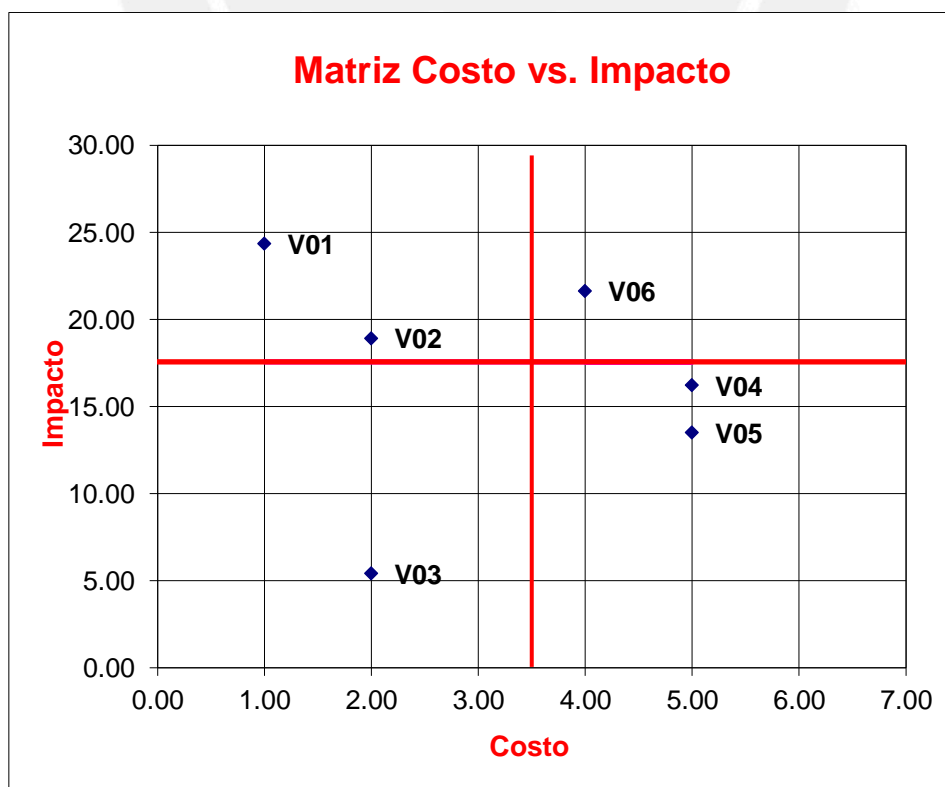
**Tabla 1**

**Matriz Quick Wins**

Rotulo	Acción / Variable	Costo	Impacto
V01	Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales:	1	24.32
V02	Establecer procedimientos de capacitación continua y de mentoría para nuevos empleados.	2	18.92
V03	Extender las opciones de progreso laboral y formación constante para el personal técnico.	2	5.41
V04	Implementar sistemas de seguimiento de la capacitación y certificaciones para garantizar que los trabajadores estén debidamente formados.	5	16.22
V05	Facilitar la participación en programas de capacitación y promover el aprendizaje constante.	5	13.51
V06	Fortalecer la supervisión en el espacio de labores y promover la cultura de reportar condiciones inseguras.	4	21.62

**Figura 8.**

**Matriz Costo Impacto**

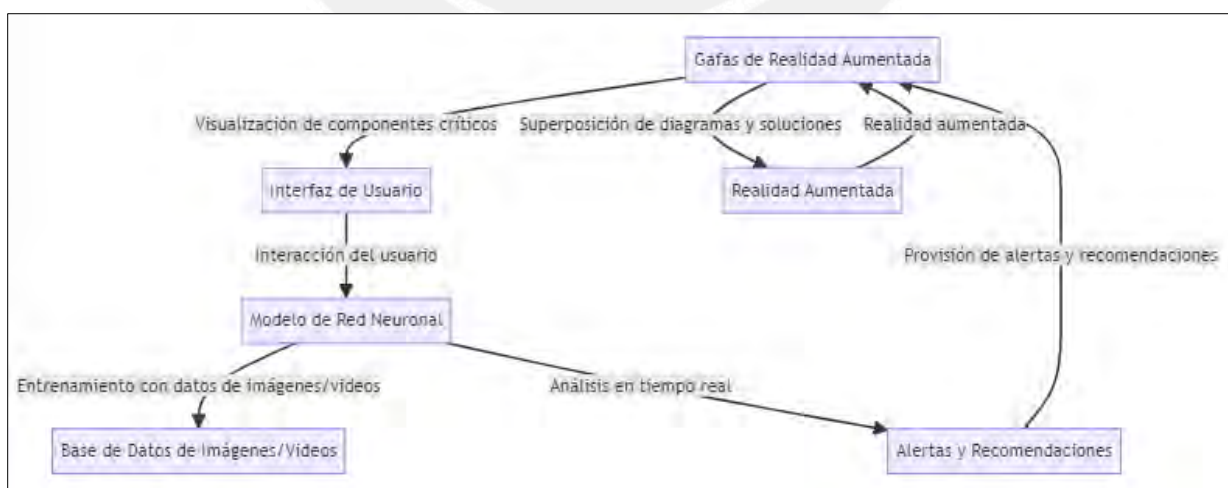


**Prototipo.** Neuravisio Minero es una plataforma pionera diseñada para revolucionar la protección y la eficacia de la industria minera. Este prototipo inicial se enfoca en integrar tecnologías avanzadas de realidad aumentada y aprendizaje profundo para crear un entorno más seguro y eficiente para los trabajadores de mina. La plataforma se basa en varios componentes clave que se desarrollarán en dos etapas básicas.

La etapa inicial, donde el desarrollo se centra en establecer un fundamento sólido para la interacción del usuario y la recopilación de informes. Esto incluye el diseño de un interfaz de uso intuitivo diseñada para gafas de realidad aumentada, lo que permite a los técnicos visualizar componentes críticos del equipo, diagramas y soluciones en tiempo real mientras están en el campo. Paralelamente, se integrará un patrón de red neural robusto, entrenado con un extenso conjunto de datos de imágenes y videos capturados durante operaciones mineras reales. Este modelo estará diseñado para identificar patrones y señales de posibles fallos o condiciones inseguras, proporcionando alertas instantáneas y sugerencias con base en la revisión en tiempo real de la situación en la mina.

**Figura 9**

### Creación de interfaz de usuario



Además, se llevarán a cabo pruebas iniciales en entornos simulados para asegurar la fiabilidad y la efectividad de la plataforma. Estas pruebas ayudarán a refinar la interfaz de

usuario y mejorarán la funcionalidad general del sistema, basándose en los comentarios directos de los usuarios. También se establecerán protocolos rigurosos para la seguridad y encriptación de datos, garantizando que toda la información sensible manejada por la plataforma se mantenga protegida.

La segunda fase del desarrollo se centrará en la optimización y expansión de las capacidades de Neuraviso Minero. Se explorarán soluciones para hacer la tecnología accesible a empresas de menor escala, investigando opciones de bajo costo y versiones modulares de la plataforma. Además, se mejorará la interfaz de usuario basándose en las pruebas de usabilidad realizadas, simplificando aún más la navegación y mejorando la experiencia general del usuario. Se añadirá la integración con dispositivos wearables para monitorear los signos vitales de los operarios, proporcionando una capa adicional de seguridad mediante la vigilancia constante de su bienestar físico.

El propósito de este modelo experimental es emplear el aprendizaje profundo para prever posibles accidentes e incidentes en la minería, con el fin de prevenir estos eventos que representan un peligro para el personal minero. Este proceso implica la interacción con entornos en Realidad Virtual en 3D.

**Sprint 1.** El primer sprint de la propuesta se enfoca en el despliegue de las funcionalidades básicas de la plataforma. Las tareas clave incluyen:

Diseño de interfaz y experiencia de usuario: Se creará una interfaz intuitiva para las gafas de realidad aumentada que facilite la navegación y el uso de la plataforma. Las visualizaciones también se diseñarán para ser claras y fáciles de entender para la asistencia en terreno.

Integración de redes neuronales: Se desarrollará un patrón de red neural con el fin de analizar informes de siniestros anteriores por accidentes laborales mineros y generar

recomendaciones. El patrón se adecuará con una serie de imágenes y videos de operarios en funcionamiento.

Pruebas iniciales en entornos controlados: Se realizarán pruebas de la plataforma en entornos simulados para garantizar su funcionamiento. La retroalimentación inicial del público usuario se utilizará con el fin de perfeccionar la interfaz y en el rendimiento del sistema.

Desarrollo de protocolos de seguridad de datos: Se establecerán protocolos para la protección y encriptación de datos sensibles transmitidos.

Planificación de capacitación: Se elaborará un plan de capacitación básica para usuarios primerizos de la plataforma.

**Figura 10**

**Sprint 1**



**Sprint 2.** El segundo sprint del proyecto se centrará en la optimización de la plataforma y en el desarrollo de nuevas funcionalidades. Las tareas clave incluyen:

Desarrollo de soluciones de bajo costo y accesibilidad: Se investigarán opciones para reducir costos y mejorar la accesibilidad para empresas más pequeñas. Se explorarán versiones escalables o modulares de la tecnología. (ver fig. 12)

Optimización de la interfaz de usuario: Se simplificará aún más la interfaz basándose en el feedback del primer sprint. Se realizarán pruebas de usabilidad para garantizar una curva de aprendizaje accesible.

Integración de wearables para monitoreo de salud: Se desarrollará la funcionalidad de integración con dispositivos wearables para monitorear signos vitales.

Implementación de entrenamientos en realidad virtual: Se crearán módulos de entrenamiento en realidad virtual para simulación de riesgos y procedimientos de seguridad.

Establecimiento de alianzas estratégicas: Se cooperará con centros universitarios e institutos de investigación.

Mejoras en comunicación y latencia: Se investigarán y aplicarán tecnologías para minimizar problemas de latencia en comunicaciones, especialmente en zonas remotas.

Adaptación a diferentes tipos de minería: Se desarrollarán adaptaciones específicas del sistema para distintos tipos de entornos mineros.

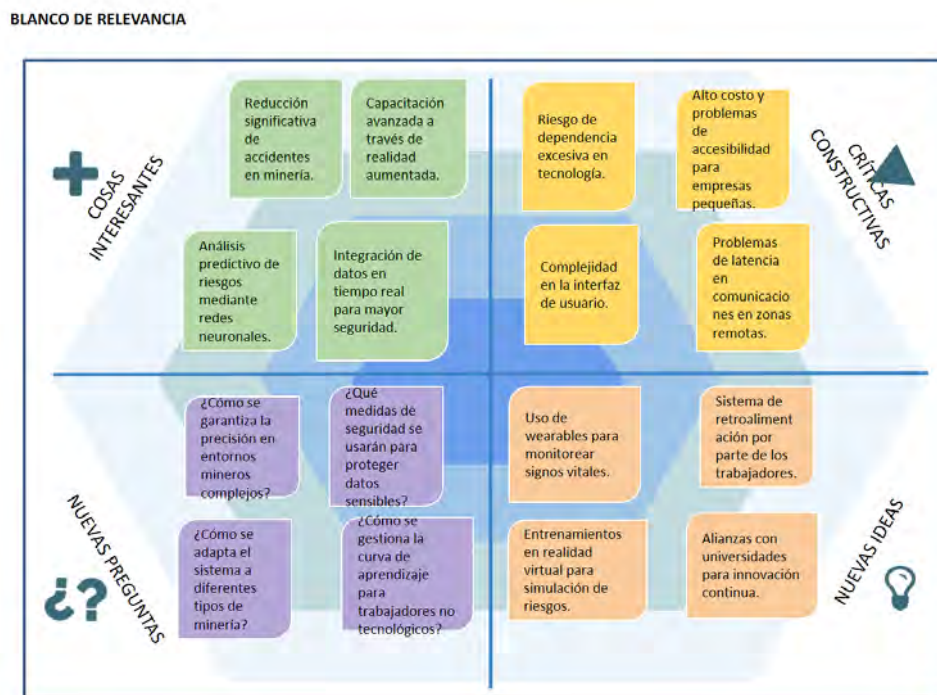
Para determinar su eficacia, se probaron los modelos con el usuario y los hallazgos se registraron en el Lienzo Blanco de relevancia ilustrado en la Figura 11, que funciona como una herramienta de evaluación.

Ésta una herramienta visual utilizada para identificar y analizar la relevancia de los actores nos permite a organizar nuestras ideas y priorizar aspectos importantes de manera clara y concisa.

Además, esta herramienta nos permite analizar secciones para identificar problemas, oportunidades, actores clave, y criterios de éxito. Su diseño "en blanco" nos ayuda a personalizar el contenido según nuestra necesidad y objetivo de análisis. Todo ello para facilitar la comunicación y la toma de decisiones colaborativas.

**Figura 11**

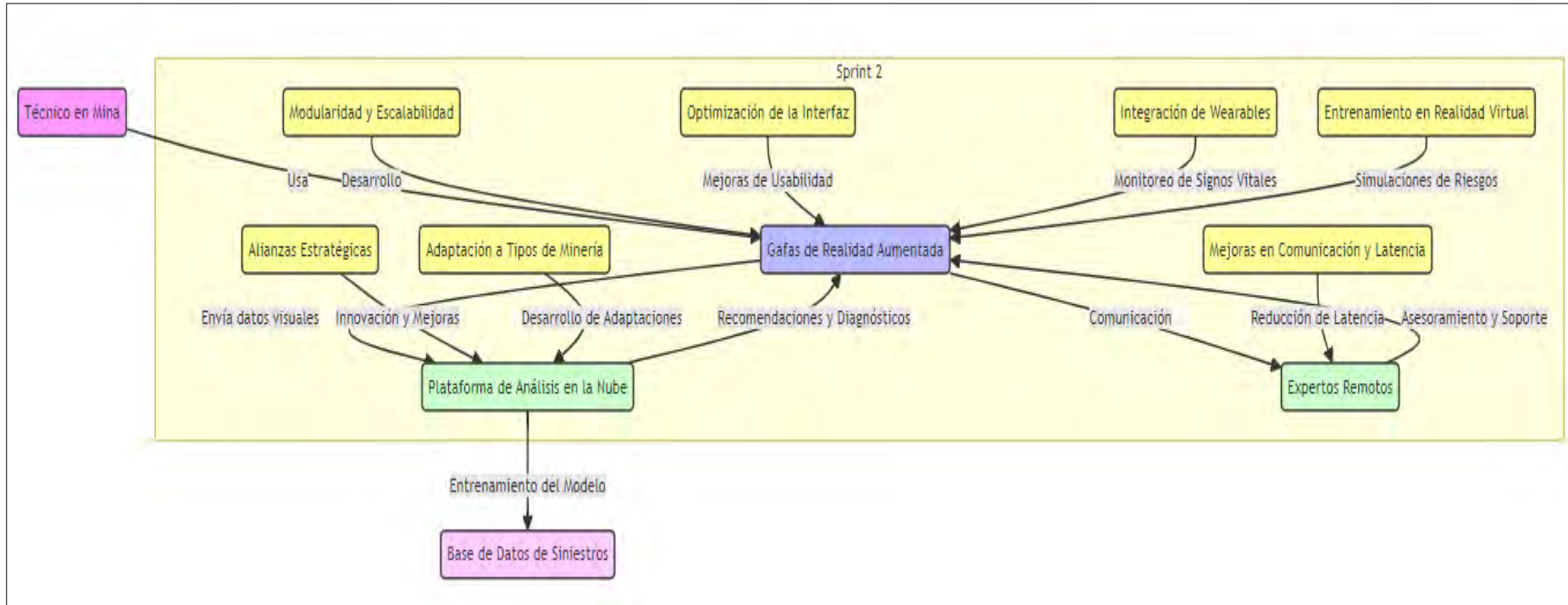
### Lienzo Blanco de Relevancia



Del lienzo podemos observar aspectos positivos e interesantes como la reducción significativa de accidentes, contar con capacitación avanzada usando realidad aumentada, análisis predictivo usando redes neuronales e integración de datos en tiempo real para mayor seguridad, como también nos lleva a poder esclarecer las interrogantes ¿cómo garantizar la precisión en entornos mineros complejos?, ¿cómo se adaptara el sistema a diferentes tipos de minería?, ¿Qué medidas de seguridad usaran para proteger los datos?, todo ello se analizará en el desarrollo de los contenidos siguientes.

Figura 12

*Sprint 2*



## 4.2. Desarrollo de la Narrativa

A continuación, se detalla el enfoque de Design Thinking propuesto para abordar la solución planteada, con una mayor ampliación en cada etapa:

**Empatizar:** En esta fase, se llevarán a cabo entrevistas exhaustivas con técnicos y personal de prevención y seguridad en empresas mineras, buscando entender no solo sus desafíos operativos, sino también sus preocupaciones, frustraciones y necesidades subyacentes. Además de las entrevistas, se realizarán sesiones de observación en el lugar de trabajo para capturar de primera mano cómo estos profesionales enfrentan problemas en situaciones reales. También se explorarán aspectos como la cultura organizacional, la dinámica del equipo y las limitaciones presupuestarias que pueden afectar su capacidad para acceder a soluciones tecnológicas.

**Definir:** Una vez recopilada y analizada los informes obtenidos en los momentos de empatía, se definirá con claridad el problema principal que se desea abordar. Esto implicará identificar los desafíos críticos que enfrentan los trabajadores en el terreno y comprender cómo estos desafíos afectan la eficiencia operativa y la seguridad del personal. También se determinarán los objetivos específicos que se espera lograr con la solución propuesta, centrándose en proporcionar asistencia remota efectiva y especializada para los trabajadores en el terreno.

**Idear:** En esta etapa, se impulsará la formación de perspectivas ingeniosas y disruptivas con el fin de afrontar la problemática determinada. Se llevarán a cabo laboratorios de ideas con equipos multidisciplinarios, donde se abordarán diferentes visiones y soluciones innovadoras. Se alentará a los involucrados a reflexionar más allá de lo estandarizado y a considerar posibilidades que puedan no haber sido contempladas inicialmente. Se buscarán inspiraciones en otras industrias y campos tecnológicos para generar ideas únicas y efectivas.

**Prototipar:** Una vez seleccionadas las ideas más prometedoras, se procederá a desarrollar prototipos de baja fidelidad que representen visualmente la solución propuesta. Estos prototipos podrían incluir bocetos, maquetas o simulaciones simples que permitan evaluar la viabilidad y la efectividad de la idea. Se realizaron pruebas preliminares con los prototipos con el fin de obtener retroalimentación temprana y validar la dirección del diseño.

**Probar:** Durante esta fase, se llevarán a cabo pruebas piloto con usuarios reales en entornos controlados para evaluar la usabilidad, la efectividad y la aceptación de la solución propuesta. Se recopilarán datos cualitativos y cuantitativos sobre la experiencia del usuario, la eficacia de la solución y cualquier problema o desafío encontrado. La retroalimentación de los usuarios será fundamental para ubicar espacios de mejora y sofisticación para el concepto.

**Iterar:** De acuerdo con los informes de pruebas y la retroalimentación generada con el usuario, se ajustará y perfeccionará el diseño de la solución. Esto puede implicar cambios en la funcionalidad, la interfaz de usuario, el flujo de trabajo o cualquier otro aspecto identificado como área de mejora. Se llevarán a cabo múltiples iteraciones de prototipado y pruebas hasta lograr una propuesta resolutiva que cubra las exigencias y expectativas del público usuario de manera óptima.

**Implementar:** Una vez que la solución haya sido refinada y validada, se procederá a su implementación en el entorno operativo. Esto incluirá el desarrollo y despliegue de la versión final de la solución, así como la capacitación y el soporte adecuados para los usuarios finales. Se establecerán procesos de seguimiento y monitoreo para evaluar el rendimiento continuo de la solución y garantizar su eficacia a largo plazo. Asimismo, se incluirá la escalabilidad y la sostenibilidad de la solución para asegurar su viabilidad a largo plazo.

#### **4.3. Carácter Innovador del Producto o Servicio**

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) elaboró el Manual de Oslo, como orientación fundamental en la esfera de la medición y balance de la

innovación, siendo reconocido a nivel global en el aspecto investigativo y de desarrollo (I+D). En el contexto de la propuesta de la plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales para la industria minera, el Manual de Oslo adquiere una relevancia crucial para cualquier empresa o proyecto que busque documentar y demostrar la innovación de sus soluciones.

La solución propuesta incorpora tecnologías avanzadas como la realidad aumentada y las redes neuronales, lo cual representa una novedad tecnológica en el sector minero al no ser comúnmente utilizadas preventivamente y para la mitigación de accidentes laborales en minería. Esta innovación transforma fundamentalmente los procesos de negocio al proporcionar información en tiempo real y recomendaciones basadas en datos, lo que marca un cambio significativo respecto a los métodos tradicionales que dependen de manuales y capacitación presencial.

Al facultar a los trabajadores disponer de informes y asistencia especializada de manera remota y en tiempo real, la solución propuesta mejora la eficiencia y la productividad en la operación minera, representando una transformación disruptiva en la manera en que se abordan los posibles accidentes laborales en minería.

El potencial impacto en el mercado minero es considerable, ya que la implementación exitosa de esta solución podría realzar la protección, minimizar los tiempos de inactividad y acrecentar la eficiencia, lo que podría generar una mayor competitividad entre las empresas mineras que adopten esta tecnología, sugiriendo un impacto disruptivo en el mercado. Además, la estrategia de colaboración con centros universitarios y asociaciones de investigación para la inventiva y centros de investigación para la innovación y mejoras continuas refleja los principios de innovación abierta y colaborativa promovidos por el Manual de Oslo.

Las patentes US11227242B2 y WO2021184134A1 se centran en el uso del aprendizaje automático para predecir accidentes mineros, bajo el propósito de limitar estos incidentes en la industria de la minería. En contraste, la solución propuesta integra tecnologías avanzadas como la realidad mixta, las redes neuronales y la instrucción automatizada para proporcionar una solución integral que no solo predice accidentes, sino que también aborda problemas y tareas de mantenimiento en entornos remotos. Se espera que esta solución tenga un impacto significativo al acrecentar la protección, restringir costos e intensificar el rendimiento en la industria minera, destacándose por su enfoque completo y su integración de múltiples tecnologías.

**Tabla 2**

***Análisis de Patentes***

Característica	Patente US11227242B2	Patente WO2021184134A1	Solución propuesta
Tecnologías utilizadas	Aprendizaje automático	Aprendizaje automático	Realidad aumentada, redes neuronales
Problema que resuelve	Predicción de accidentes mineros	Predicción de accidentes mineros	Solución integral para la resolución de la problemática en prevención y el recorte de accidentes laborales en minería
Impacto esperado	Reducción de accidentes mineros	Reducción de accidentes mineros	Mejora de la seguridad, recorte de costos, fomento del rendimiento
Distinción	Uso de aprendizaje automático para predecir accidentes mineros	Uso de aprendizaje automático para predecir accidentes mineros	Integración de realidad aumentada, redes neuronales y aprendizaje automático para proporcionar una solución integral

El análisis de patentes comparativas muestra las características clave de tres enfoques tecnológicos diferentes en el aspecto preventivo de emergencias mineras:

**Tecnologías Utilizadas:**

La Patente US11227242B2 y la Patente WO2021184134A1 se centran en la utilización de tecnología de aprendizaje automatizado con el fin de predecir accidentes mineros.

En contraste, la solución propuesta utiliza tecnologías avanzadas como la realidad aumentada y las redes neuronales, además del aprendizaje automático.

Problema que Resuelve:

- Tanto la Patente US11227242B2 como la Patente WO2021184134A1 tienen como objetivo la predicción de accidentes mineros para reducir su incidencia.
- La solución propuesta va más allá y ofrece una solución integral para abordar problemas y reducir los accidentes en entornos mineros remotos.

Impacto Esperado:

- Las patentes existentes tienen como objetivo principal la reducción de accidentes mineros.
- Por otro lado, la solución propuesta busca para reforzar la protección, minimizar costos y acrecentar el rendimiento en la industria minera.

Distinción:

- Las patentes US11227242B2 y WO2021184134A1 se destacan por su enfoque en el uso de aprendizaje automático para predecir accidentes mineros.
- La solución propuesta se distingue por su integración de múltiples tecnologías, incluyendo realidad aumentada, redes neuronales y aprendizaje automático, para proporcionar una solución integral y avanzada en la prevención de accidentes mineros.

### **Diferencias Detalladas en el Análisis de Patentes**

Tecnologías utilizadas

- Patente US11227242B2 y WO2021184134A1: Utilizan exclusivamente el aprendizaje automático (machine learning) para predecir accidentes mineros basándose en datos históricos y patrones identificados.

- Solución propuesta: Va más allá al integrar realidad aumentada para visualizar riesgos en tiempo real, redes neuronales para mejorar la precisión en la detección de riesgos, y aprendizaje automático para realizar predicciones basadas en grandes volúmenes de datos de sensores y registros de mantenimiento.

Si un sensor detecta vibraciones anómalas en una maquinaria, la solución propuesta no solo predice un posible accidente, sino que ofrece instrucciones de reparación basadas en realidad aumentada, optimizando los tiempos de respuesta.

#### Impacto esperado

- Patentes: Reducen el riesgo de accidentes laborales.
- Solución propuesta: Incrementa la seguridad, reduce costos operativos al evitar paradas no planificadas, y mejora la productividad al proporcionar herramientas de soporte avanzado para tareas críticas.

La solución propuesta podría reducir costos asociados a mantenimientos correctivos en un 20% al identificar problemas antes de que estos generen fallas mayores, algo que las patentes no consideran.

#### Distinción tecnológica

- Patentes: El enfoque es limitado a la predicción de accidentes mediante aprendizaje automático.
- Solución propuesta: Integra tres tecnologías disruptivas (realidad aumentada, redes neuronales y aprendizaje automático) en un único sistema para abordar no solo accidentes, sino también la eficiencia operativa y el mantenimiento remoto.

La solución propuesta permite a los trabajadores interactuar con un modelo 3D del entorno de trabajo, visualizar las áreas de riesgo y realizar intervenciones guiadas, algo que ninguna de las patentes evaluadas ofrece

#### **4.4. Propuesta de Valor**

**Generadores de alegrías:** Los "Generadores de alegrías" dentro de la solución propuesta son los componentes clave que proporcionan valor y contenido a los clientes en el ámbito de la minería. Estos elementos abarcan características esenciales como la visualización interactiva a través de dispositivos de realidad aumentada, el análisis en tiempo real mediante redes neuronales, guías paso a paso para resolver problemas, acceso rápido al historial de incidentes de trabajo minero y la capacidad de comunicarse de forma remota con expertos. Estos elementos ofrecen una experiencia innovadora y eficaz para los usuarios al incrementar la protección, la eficacia y el rendimiento en el trabajo dentro de la industria minera.

**Productos y servicios:** La solución propuesta presenta una multiplicidad de bienes y servicios ideados para cubrir las demandas de la industria minera. Esto abarca desde el despliegue y establecimiento del portal en sí, hasta la provisión de dispositivos de realidad aumentada y tecnología asociada, así como el sostenimiento y puesta al día de la plataforma. Además, se ofrece capacitación para usuarios y personal técnico, junto con soporte técnico y asistencia remota. En conjunto, estos productos y servicios conforman una opción resolutive integral que contemple los requerimientos y desafíos de la industria minera.

**Alivio de frustraciones:** La solución se centra en aliviar las principales frustraciones experimentadas por los clientes en la industria minera. Esto incluye el descenso en urgencias del trabajo minero, la facilitación de la comunicación con expertos remotos y la optimización de los procesos laborales. Estos alivios de frustración abordan directamente los desafíos clave que enfrenta la industria minera y mejoran significativamente la experiencia laboral.

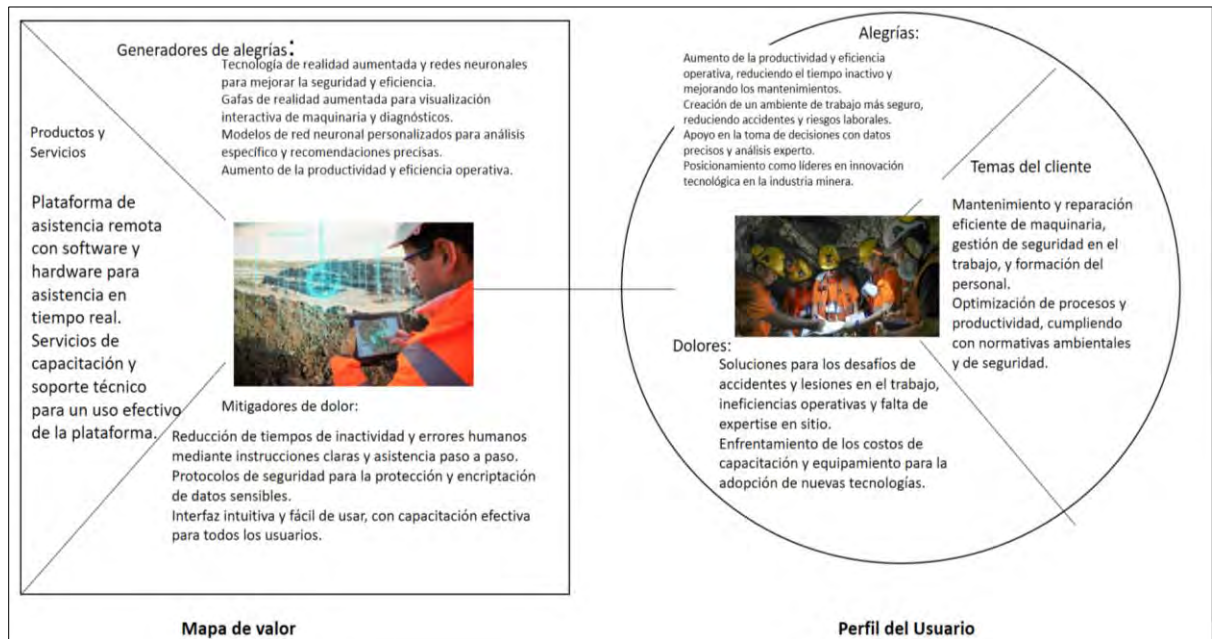
**Alegrías:** La solución ofrece beneficios sustanciales a los clientes de la industria minera. Estos incluyen una mejora significativa en la seguridad en el lugar de trabajo, el recorte de costos de operación, incremento en el rendimiento y la eficiencia en la operación minera, la aptitud de solucionar problemáticas en forma óptima y el acceso a asistencia remota especializada cuando sea necesario. Estos beneficios clave representan un valor significativo para los clientes, mejorando sus operaciones y resultados finales.

**Frustraciones:** Las frustraciones que enfrentan los clientes en la industria minera incluyen riesgos de seguridad en la operación. Además, a menudo enfrentan desafíos para resolver problemas en el terreno y dificultades para acceder a asistencia especializada en lugares remotos. La opción resolutiva se ha ideado particularmente para tratar estas frustraciones al proporcionar herramientas y servicios que mitigan estos desafíos y mejoran la eficiencia general de las operaciones mineras.

**Trabajos del cliente:** Para aprovechar al máximo la solución, los clientes deben llevar a cabo una serie de tareas que incluyen la adquisición e implementación de la plataforma y la tecnología relacionada, la capacitación de su personal en el uso de la plataforma y las gafas de realidad aumentada, la participación en pruebas piloto y la colaboración en la configuración y personalización de la plataforma según sus necesidades específicas. Además, los clientes utilizarán diariamente la plataforma para llevar a cabo sus operaciones y evitar accidentes en la industria minera, integrándola en sus procesos de trabajo cotidianos.

Figura 13

## Lienzo Propuesta de Valor



## 4.5. Producto Mínimo Viable (PMV)

La plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales tiene como objetivo proporcionar una solución integral para la opción resolutoria de problemáticas y la supresión de accidentes e incidentes dentro de las operaciones de la minería. La plataforma integra las siguientes funcionalidades:

**Visualización interactiva:** Permite a los trabajadores ver videos, diagramas y soluciones superpuestos en la mina a través de gafas de realidad aumentada.

**Análisis en tiempo real:** Las redes neuronales analizan la información visual y generan diagnósticos y recomendaciones sobre la marcha para evitar accidentes.

**Instrucciones paso a paso:** Proporciona guías visuales y auditivas para la prevención de problemas y reducción de accidentes.

**Comunicación remota:** Posibilidad de conectarse con expertos a distancia para obtener asesoramiento adicional si es necesario a fin de prever posibles accidentes complejos.

**Tabla 3****Simulación de Tabla Input de Datos para Neuravisio Minero**

Fecha	Hora	Ubicación	Tipo de Accidente	Causa	Gravedad	Descripción
15/01/2023	08:30	Mina Norte	Caída	Desprendimiento	Alta	Operario cayó por desprendimiento de roca.
20/02/2023	14:45	Mina Sur	Atrapamiento	Falla de equipo	Media	Trabajador atrapado entre maquinaria y muro.
10/03/2023	10:00	Mina Este	Golpe	Error humano	Baja	Golpe en la cabeza con viga al no usar casco.
05/04/2023	16:20	Mina Oeste	Incendio	Cortocircuito	Alta	Incendio en el área de almacenamiento de explosivos.
25/06/2023	09:15	Mina Norte	Atrapamiento	Desplome	Alta	Trabajador atrapado bajo escombros tras desplome.

**Producto Mínimo Viable.** La plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales posee la capacidad de ocasionar una repercusión significativa en la industria minera. La plataforma puede ayudar a:

Mejorar la seguridad: Al proporcionar instrucciones visuales y auditivas, la plataforma puede ayudar a los técnicos a realizar tareas de mantenimiento en el software.

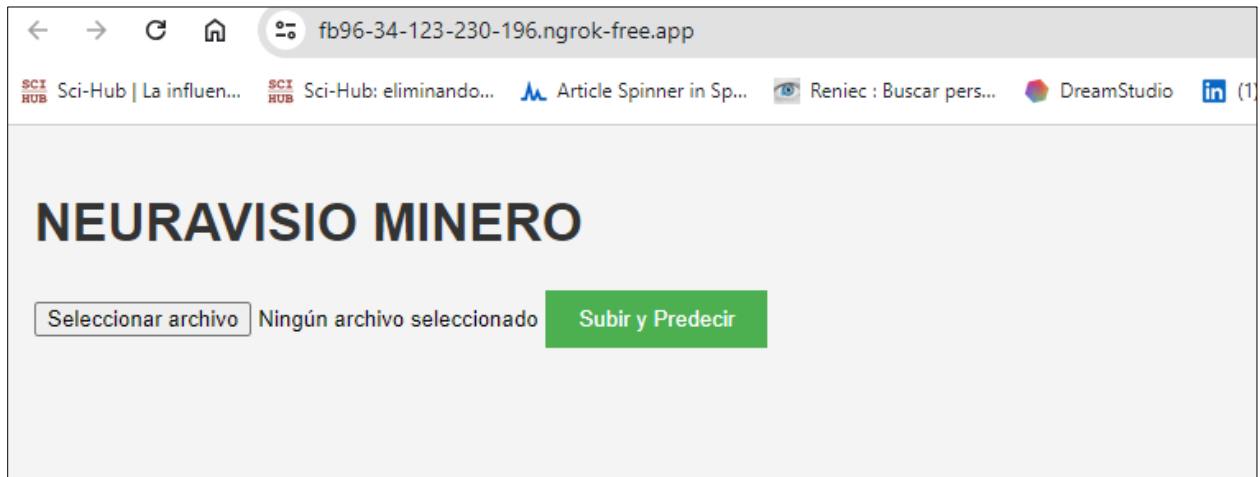
Reducir costos: La plataforma puede dar apoyo a las organizaciones mineras a mitigar costos por paralizaciones por accidentes en minería al permitir que los técnicos resuelvan problemas de forma remota.

Mejorar la productividad: La plataforma brinda apoyo a las organizaciones de minería para intensificar la productividad al evitar accidentes que paralizan la producción.

La plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales es una solución vanguardista con la capacidad de modificar la industria minera. La plataforma tiene el potencial de fortalecer la protección, rebajar costos y mejorar la productividad. El desarrollo de la plataforma se llevará a cabo en dos sprints, con el primer sprint centrado en el desarrollo de las funcionalidades básicas y el segundo sprint centrado en la optimización de la plataforma y el desarrollo de nuevas funcionalidades.

Figura 14

### Aplicación web Neuravisio Minero



Este proyecto crea una aplicación web que ayuda a analizar datos de accidentes en una mina. Utiliza mecanismos de instrucción automatizada, específicamente redes neurales, con el fin de predecir la gravedad de los accidentes basándose en ciertos factores. La aplicación también genera gráficos para visualizar el desempeño del modelo y muestra estadísticas clave. En seguida, se describen los elementos y el flujo de trabajo del código.

Componentes del Código:

#### Bibliotecas Importadas:

- **Flask:** Un framework para crear aplicaciones web en Python.
- **Pandas y Numpy:** Librerías para manipulación y análisis de datos.
- **Scikit-learn:** Una biblioteca para el aprendizaje automático en Python, utilizada aquí para distinguir entre información en series de formación y ensayos, así como generar matrices de confusión y curvas ROC/AUC.
- **TensorFlow y Keras:** Librerías para construir y entrenar redes neuronales.
- **Matplotlib y Seaborn:** Librerías para crear gráficos.
- **Pyngrok:** Para exponer el servidor local de Flask a través de una URL pública.
- **Otros módulos estándar de Python:** Para manejar archivos y codificación.

**Interfaz de Usuario HTML:** La página web tiene un formulario para cargar un archivo Excel que contiene datos de accidentes. Después de subir el archivo, se exhiben los registros del análisis, incluyendo la matriz de confusión, la curva ROC/AUC y la visualización de la red neuronal.

***Funciones Clave:***

**load\_and\_preprocess\_data:** Esta función carga el archivo Excel y verifica que todas las columnas necesarias estén presentes. Luego, preprocesa la información con el fin de ser empleados por la red neuronal. Esto incluye convertir columnas categóricas en variables numéricas y normalizar los datos.

**build\_and\_train\_model:** Esta función construye y entrena la red neuronal. La red tiene varias capas, cada una con múltiples nodos (neuronas). La red se entrena para predecir la gravedad de los accidentes basándose en los datos proporcionados.

**generate\_statistics\_and\_plots:** Esta función genera estadísticas clave y gráficos. Calcula la matriz de confusión (que muestra cuántos accidentes fueron predichos correctamente por la red) y la curva ROC/AUC (que evalúa la precisión del modelo). También visualiza el esquema de la red neural.

**Flujo de Trabajo del Código**

- **Inicio del Servidor:** El servidor web se inicia con Flask, y se expone a través de una URL pública utilizando Pyngrok.
- **Carga de Datos:** El usuario sube un archivo Excel con datos de accidentes. Este archivo es procesado para extraer las características relevantes y convertirlas en un formato que la red neuronal pueda utilizar.
- **Entrenamiento del Modelo:** Los datos son divididos en dos partes: uno para adiestrar a la red neural y otro para probar su precisión. La red neuronal se entrena utilizando la serie de adiestramiento.

- **Predicción y Evaluación:** Después de entrenar el prototipo, se utiliza la serie de prueba para evaluar su desempeño. La red neuronal predice la gravedad de los accidentes en el conjunto de ensayos y estos pronósticos se comparan con los datos verídicos para generar una matriz de confusión.
- **Generación de Gráficos:** Se generan gráficos para visualizar el desempeño del modelo, incluyendo la curva ROC/AUC que muestra la capacidad del modelo para distinguir entre diferentes clases de accidentes. También se genera un gráfico que muestra la estructura de la red neuronal.
- **Visualización en la Página Web:** Los resultados, incluyendo los gráficos y las estadísticas clave, se muestran en la página web. Esto permite al usuario ver de manera interactiva cómo el modelo predice la gravedad de los accidentes y evaluar su precisión.

En esta matriz de la Figura 15 de confusión generada por NEURAVISIO MINERO, podemos observar lo siguiente:

- La matriz de confusión está representada en una cuadrícula donde:
- Las filas corresponden a las clases reales.
- Las columnas corresponden a las clases predichas.
- La matriz tiene valores en las posiciones de las clases y en las diagonales principales:
- El valor 1 en la posición (2,2) (última fila y columna) indica que hay un caso correctamente clasificado como clase 2.
- Otro valor 1 en la posición (1,1) indica que también hay un caso correctamente clasificado como clase 1.
- Todos los demás valores son 0, lo que significa que no hay falsos positivos, falsos negativos ni confusiones entre clases.

Figura 15

## Generación de Matriz de confusión



<https://colab.research.google.com/drive/1cBu7LB52s9vg4Rn6VrnQ-NyVY4-tlE0F?usp=sharing>

### Redes Neuronales

#### *Definición y Función en el Contexto de NEURAVISIO MINERO*

Las redes neuronales son sistemas computacionales inspirados en el cerebro humano, diseñados para aprender patrones complejos a partir de datos. En este caso, se utilizan para analizar características de los accidentes mineros y predecir su gravedad (Baja, Media, Alta) con base en múltiples factores (tipo de accidente, causas, etc.).

En NEURAVISIO MINERO, la arquitectura de la red neuronal está compuesta por:

- Capa de entrada: Representa las características del conjunto de datos procesados, como el tipo de accidente y sus causas.
- Capas ocultas: Dos capas densas que realizan cálculos internos para identificar relaciones no lineales entre las características.
- Capa de salida: Produce probabilidades para cada clase (gravedad), utilizando una activación softmax.
-

### ***Ventajas de las Redes Neuronales en la Minería***

- **Precisión mejorada:** Gracias a su capacidad de manejar datos complejos y no lineales, las redes neuronales ofrecen predicciones más precisas.
- **Flexibilidad:** Pueden adaptarse a nuevas características, como datos climáticos o condiciones geológicas, mejorando la prevención de accidentes.
- **Automatización:** Facilitan el análisis continuo y en tiempo real de grandes volúmenes de datos.

### ***Visualización del Modelo***

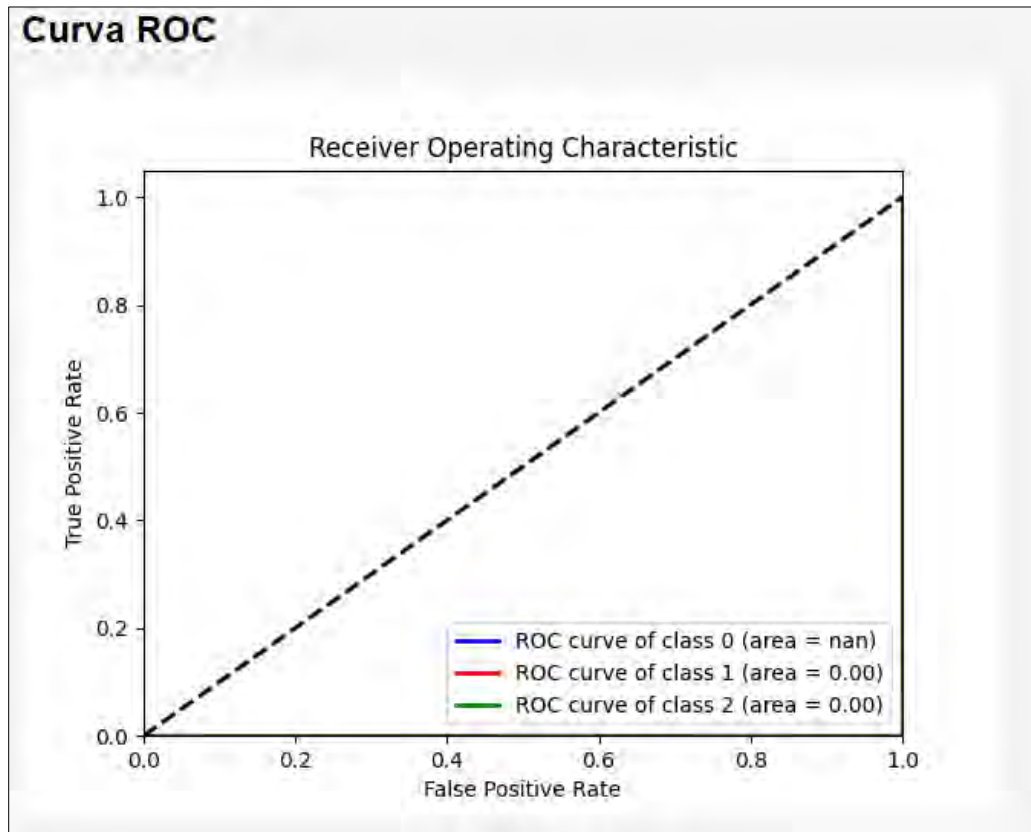
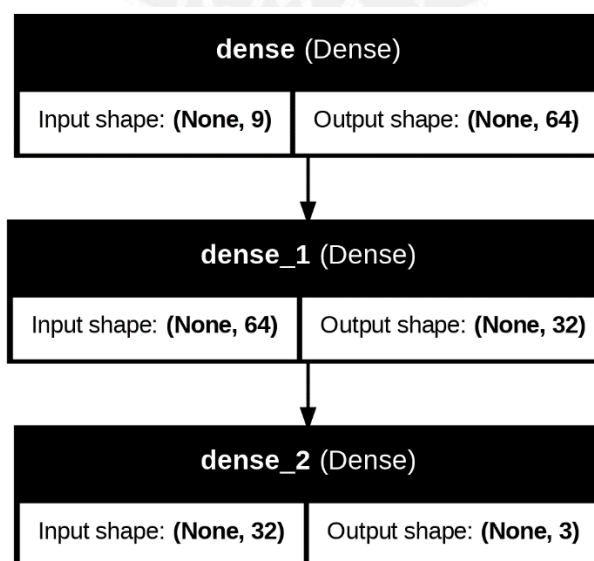
La solución propuesta incluye la visualización de la arquitectura de la red neuronal utilizando herramientas como `plot_model` de Keras. Esto permite que los usuarios comprendan cómo se procesan los datos desde la entrada hasta la salida.

### ***Entrenamiento y Evaluación***

- El modelo fue entrenado con 10 épocas y utiliza la función de pérdida `sparse_categorical_crossentropy`, ideal para problemas de clasificación multicategoría.
- La precisión alcanzada durante las pruebas demuestra su efectividad, respaldada por métricas como la matriz de confusión y el AUC de la curva ROC.

### ***Impacto Directo***

Las redes neuronales permiten identificar no solo la gravedad del accidente, sino también patrones ocultos en los datos que pueden ser cruciales para implementar medidas preventivas. En la Figura 16 La Curva ROC (Receiver Operating Characteristic) es una herramienta que mide el rendimiento de un modelo de clasificación binaria o multclasificación al evaluar la relación entre la tasa de verdaderos positivos (True Positive Rate) y la tasa de falsos positivos (False Positive Rate) para diferentes umbrales de decisión.

**Figura 16***Curva ROC de Precisión del Modelo de Redes Neuronales***Figura 17***Red Neuronal*

## *Descripción de la Arquitectura*

### 1. Primera Capa Densa (dense):

- **Input shape:** (None, 9)
  - La entrada tiene 9 características (variables del conjunto de datos, como el tipo de accidente, la causa, etc.).
- **Output shape:** (None, 64)
  - Esta capa tiene 64 neuronas que aprenden patrones iniciales a partir de las características de entrada.
- **Función de activación:** ReLU
  - Introduce no linealidad, permitiendo al modelo aprender relaciones complejas.

### 2. Segunda Capa Densa (dense\_1):

- **Input shape:** (None, 64)
  - Recibe las salidas procesadas de la primera capa.
- **Output shape:** (None, 32)
  - Reduce dimensionalidad para enfocarse en características clave con 32 neuronas.
- **Función de activación:** ReLU

### 3. Tercera Capa Densa (dense\_2):

- **Input shape:** (None, 32)
  - Recibe las salidas de la segunda capa.
- **Output shape:** (None, 3)
  - Produce la salida final, que corresponde a las 3 clases (Baja, Media, Alta).
- **Función de activación:** Softmax

- Convierte las salidas en probabilidades, asignando un valor entre 0 y 1 a cada clase.

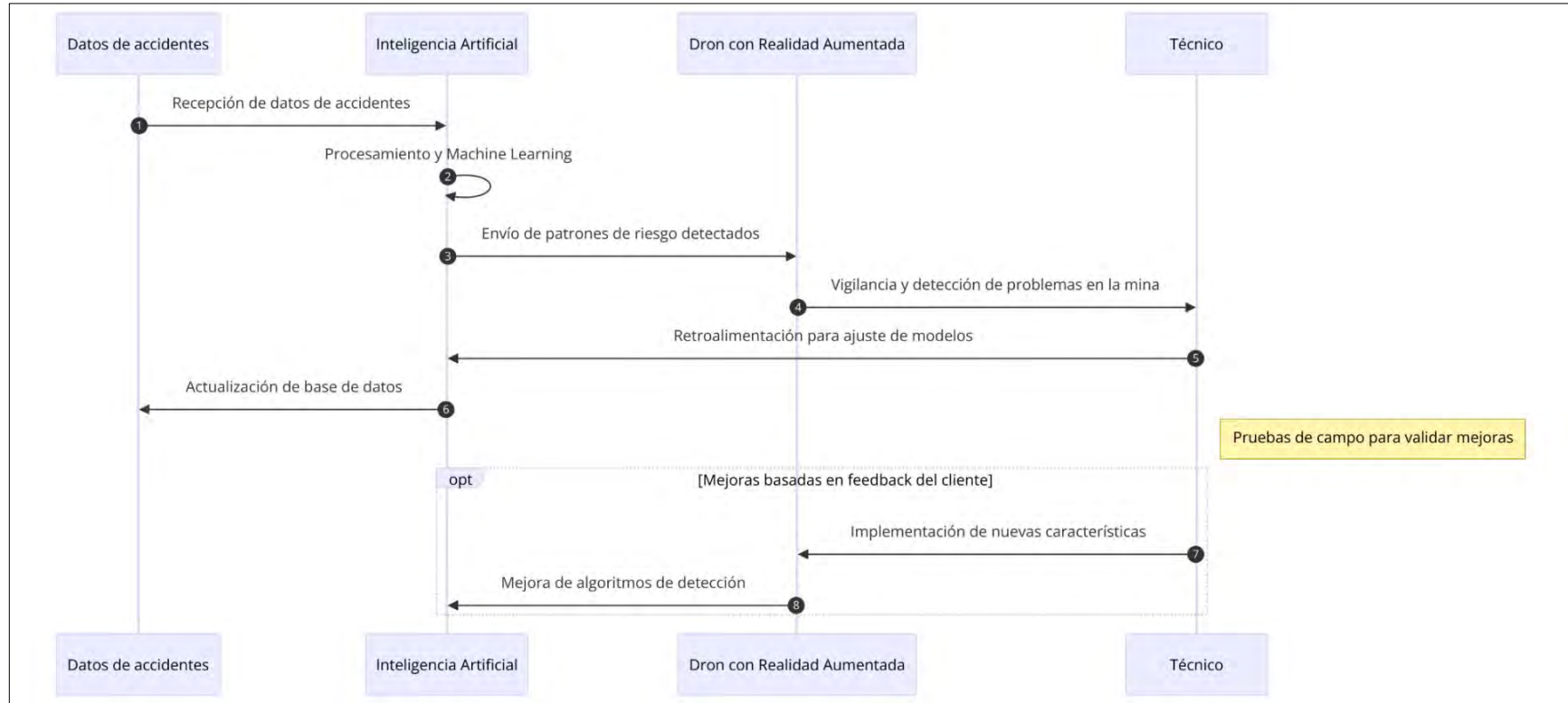
***Propósito de cada capa:***

- La primera capa captura patrones generales de las características de entrada.
- La segunda capa refina estos patrones, identificando relaciones más complejas.
- La última capa genera probabilidades para cada clase de gravedad.



Figura 18

Flujo de Procesos de NEURAVISIO MINERO



## Capítulo V: Modelo de Negocio

Este apartado tratará las facetas cruciales del modelo de negocio, destacando las estrategias y puntos esenciales que están en consonancia con los objetivos tanto del negocio como de los usuarios finales. Además, se examinará la viabilidad financiera, detallando los diferentes escenarios propuestos. Finalmente, se discutirá la propiedad de escalabilidad y crecimiento exponencial del negocio, explicando las razones detrás de estos aspectos.

### 5.1. Lienzo del Modelo de negocio

El Modelo de Negocio Canvas diseñado con miras a Neuravisio Minero identifica la brecha existente en la eficacia y protección de la operación minera, especialmente en lo que respecta reducir al mínimo los accidentes laborales en las operaciones minera. Se lanzó con el propósito de disminuir los accidentes laborales y mejorar la seguridad en estas operaciones, buscando así incrementar la productividad de las empresas mineras. Este enfoque no solo tiene como objetivo abordar estos desafíos operativos significativos sino también contribuir a la sostenibilidad y eficacia del sector minero, ofreciendo una solución tecnológica avanzada para enfrentar estos retos que salvaguardan la integridad del trabajador minero.

**Segmentos de Clientes:** Nuestros segmentos de clientes abarcan una amplia gama de profesionales en el sector minero, incluyendo tanto técnicos en terreno como ingenieros y gerentes que buscan soluciones efectivas para reducir los accidentes laborales en las operaciones mineras. Además, empresas mineras de todos los tamaños, desde operaciones pequeñas hasta corporaciones globales, pueden beneficiarse de implementar esta solución tecnológica avanzada en sus operaciones diarias, optimizando así su eficiencia y seguridad.

**Propuesta de Valor.** Nuestra propuesta de valor reside en reducir los índices de accidentabilidad mediante una plataforma de asistencia remota de vanguardia que integra funciones avanzadas como visualización interactiva a través de realidad aumentada, análisis predictivo en tiempo real mediante redes neuronales, manuales detallados para resolver

problemáticas, acceso instantáneo a historiales de accidentes e incidentes en las operaciones diarias. Esta combinación única de características permite a los clientes no solo enfrentar y resolver desafíos operativos de manera más efectiva, sino también prevenir fallos, mejorando significativamente la productividad y seguridad en las operaciones mineras remotas.

**Canales de Distribución:** Además de la venta directa a empresas mineras y la colaboración con revendedores especializados, nuestra estrategia de distribución incluye el desarrollo de plataformas online para facilitar demostraciones virtuales, suscripciones y soporte técnico. Esto se complementa con la participación en eventos comerciales y conferencias del segmento minero, con el fin de aumentar la notoriedad de nuestra solución y delimitar vínculos estratégicos con potenciales clientes y socios.

Venta directa a empresas mineras.

Distribución a través de socios en la industria de equipos de minería.

Plataformas en línea y demostraciones en ferias comerciales.

Marketing digital y redes sociales para la promoción y educación.

**Relaciones con los Clientes:** Nos comprometemos a construir relaciones sólidas y duraderas con nuestros clientes, ofreciendo no solo un soporte técnico excepcional sino también capacitaciones personalizadas y sesiones de consultoría para asegurar una integración y un aprovechamiento óptimos de nuestra plataforma. La satisfacción del cliente es primordial, y nos esforzamos por mantener un canal abierto de comunicación para recibir retroalimentación y adecuar los servicios a los requerimientos particulares de cada usuario.

**Fuentes de Ingresos:** La monetización del modelo de negocio o esquema de entradas monetarias ingresos se extiende más allá de las ventas y suscripciones, incluyendo opciones de personalización de la plataforma para requisitos específicos de las empresas, servicios de consultoría técnica y planes *premium*. Esto nos permite ofrecer alternativas de solución que

se adecuen mejor a las exigencias diversas y presupuestos de nuestros clientes en la industria minera.

Venta de licencias de software y hardware de realidad aumentada por S/ 30,000 soles anuales.

Capacitación y consultoría personalizada.

Actualizaciones y mejoras de software.

**Recursos Clave:** Además de contar con una robusta plataforma tecnológica y un equipo altamente calificado para el soporte técnico y la capacitación, invertimos continuamente en I+D para avanzar en nuestras capacidades de realidad aumentada y el examen de informes. La coalición con universidades y centros de investigación es también un recurso clave para mantenernos en la cima de la vanguardia tecnológica del segmento.

Equipo de desarrollo de software especializado en realidad aumentada y redes neuronales.

Hardware de realidad aumentada (gafas y otros dispositivos).

Datos y algorítmica para entrenar redes neurales.

Infraestructura de soporte y servicio al cliente.

**Actividades Clave:** Nuestras actividades no solo se centran en el despliegue y sostenimiento de programas informáticos en operaciones mineras, sino también en la creación de contenido educativo y guías prácticas que enriquecen la experiencia del usuario, así como en el manejo de un conglomerado de usuarios que permite el traspaso de conocimiento y prácticas idóneas en el sector.

Desarrollo y mejora continua del software y algoritmos de redes neuronales.

Fabricación y adquisición de hardware de realidad aumentada.

Gestión de relaciones con clientes y formación.

Marketing y promoción de la plataforma.

**Socios Clave:** Establecemos alianzas estratégicas no solo con proveedores de tecnología y empresas mineras, sino también con organizaciones de seguridad industrial y entidades reguladoras, para asegurar que nuestra solución cumpla con los parámetros más elevados de protección y eficiencia operativa.

Proveedores de hardware de realidad aumentada.

Empresas de minería y organizaciones de seguridad en el trabajo.

Instituciones de investigación para el desarrollo tecnológico.

Socios de distribución y canales de ventas

**Estructura de Costos:** Nuestra estructura de costos refleja el compromiso con la calidad y la innovación, incluyendo inversiones significativas en desarrollo tecnológico, protección de la propiedad intelectual, formación continua del equipo y estrategias de marketing digital para satisfacer al usuario objetivo en forma óptima.

Desarrollo y mantenimiento de software.

Fabricación o compra de hardware.

Gastos de marketing y ventas.

Operaciones y soporte al cliente.

Investigación y desarrollo continuo.

Figura 19

## Lienzo Business Model Canvas

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relación con clientes	Segmentos de clientes
Proveedores de hardware de realidad aumentada. Empresas de minería y organizaciones de seguridad en el trabajo. Instituciones de investigación para el desarrollo tecnológico. Socios de distribución y canales de ventas.	Desarrollo y mejora continua del software y algoritmos de redes neuronales. Fabricación y adquisición de hardware de realidad aumentada. Gestión de relaciones con clientes y formación. Marketing y promoción de la plataforma.	Reducción de accidentes laborales, mejora de la seguridad y aumento de la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de inactividad. Capacitación avanzada y soporte en tiempo real mediante realidad aumentada. Soluciones personalizadas a través de redes neuronales para diagnósticos precisos.	Asistencia personalizada y soporte técnico. Capacitación y talleres para usuarios. Actualizaciones y mantenimiento continuo del software. Comunidad en línea para compartir mejores prácticas y feedback.	Empresas mineras (grandes y medianas). Técnicos y operadores de maquinaria en la industria minera. Empresas de servicios y mantenimiento para la industria minera.
	Recursos clave		Canales	
	Equipo de desarrollo de software especializado en realidad aumentada y redes neuronales. Hardware de realidad aumentada (gafas y otros dispositivos). Datos y algoritmos para el entrenamiento de redes neuronales. Infraestructura de soporte y servicio al cliente.		Venta directa a empresas mineras. Distribución a través de socios en la industria de equipos de minería. Plataformas en línea y demostraciones en ferias comerciales. Marketing digital y redes sociales para la promoción y educación.	
Estructura de costos		Fuente de ingresos		
Desarrollo y mantenimiento de software. Fabricación o compra de hardware. Gastos de marketing y ventas. Operaciones y soporte al cliente. Investigación y desarrollo continuo.		Venta de licencias de software y hardware de realidad aumentada y soluciones a través de redes neuronales.		

**TAM, SAM, SOM Analysis for Neuravisio Minero.** El análisis de TAM, SAM y SOM proporciona una visión clara del mercado total, el mercado atendible y el mercado alcanzable para Neuravisio Minero. Este análisis se basa en la cantidad de unidades mineras operativas en Perú, los servicios ofrecidos por la plataforma y el plan de ventas proyectado.

**Total Addressable Market (TAM).** El TAM representa el valor total del mercado disponible si Neuravisio Minero capturara el 100% del mercado. En 2021, había 1,363 unidades mineras en operación en Perú. Si todas estas unidades adquirieran el servicio ofrecido a un precio anual de S/30,000 por cliente, el TAM se calcula de la siguiente manera:

$$\text{TAM} = 1,363 \text{ unidades mineras} \times \text{S}/30,000 = \text{S}/40,890,000 \text{ por año.}$$

Por lo tanto, el TAM es de S/40.89 millones anuales.

**Serviceable Available Market (SAM).** El SAM representa la parte del TAM que puede ser atendida por el servicio. Aproximadamente el 66% de las minas en Perú corresponden a operaciones de tamaño mediano y grande, que son las más propensas a

requerir soluciones avanzadas de seguridad. Por lo tanto, el SAM se calcula tomando el 66% del TAM:

$$\text{SAM} = 66\% \times \text{TAM} = 0.66 \times \text{S}/40,890,000 = \text{S}/26,987,400 \text{ por año.}$$

Por lo tanto, el SAM es de S/26.99 millones anuales.

**Serviceable Obtainable Market (SOM).** El SOM representa la parte del SAM que Neuravision Minero espera capturar a corto o mediano plazo. Según el plan de ventas, la proyección de clientes y el precio anual de S/30,000 son los siguientes:

**Tabla 4**

*Detalle del SOM de Neura Visio Minero*

Año	Cientes Proyectados	SOM (S/)
1	59	S/ 1,770,000
2	71	S/ 2,130,000
3	86	S/ 2,580,000
4	103	S/ 3,090,000
5	123	S/ 3,690,000

Este análisis proporciona una estimación clara del potencial de mercado de Neuravision Minero durante los primeros cinco años de operación, con un SOM creciente a medida que se capta más mercado dentro del sector minero peruano.

## 5.2. Viabilidad Financiera del Modelo de Negocio

El objeto de este plan de negocios es presentar una solución estratégica a los retos operacionales y de mercado que enfrentan actualmente las empresas enfocadas en la producción y compraventa de concentrado de plomo en el área sur de la nación.

**Tabla 5**

*Plan de Ventas*

Conceptos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Precio Anual	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
Cientes	59	71	86	103	123

Con el objetivo de emprender esta iniciativa empresarial, se precisa una inversión primaria estimada de S/ -974,013 Soles. Este desembolso de capital inicial se pronostica que generará un Valor Actual Neto (VAN) 4,171,440.91 Soles, acompañado de una impresionante Tasa Interna de Retorno (TIR) de 118.41% a través de un panorama temporal de un lustro.

Este análisis financiero detallado, incluyendo la estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) que sustenta estas cifras, se ha documentado exhaustivamente en el Apéndice B del documento.

**Tabla 6**

*Flujo de Caja Libre en Soles*

Flujo de caja esperado	2023	2024	2025	2026	2027	2028
VENTAS		1,784,700	2,141,640	2,677,050	3,480,165	4,698,223
Costos		-162,880	-162,880	-162,880	-162,880	-162,880
<b>Margen Bruto</b>		<b>1,621,820</b>	<b>1,978,760</b>	<b>2,514,170</b>	<b>3,317,285</b>	<b>4,535,343</b>
Gastos fijos - Administrativos		-385,000	-385,000	-385,000	-385,000	-385,000
<b>EBITDA</b>		<b>1,236,820</b>	<b>1,593,760</b>	<b>2,129,170</b>	<b>2,932,285</b>	<b>4,150,343</b>
Amortización de inversiones		-90,540	-90,540	-90,540	-90,540	-90,540
Depreciación		-95,800	-95,800	-95,800	-95,800	-95,800
<b>EBIT</b>		<b>1,050,480</b>	<b>1,407,420</b>	<b>1,942,830</b>	<b>2,745,945</b>	<b>3,964,003</b>
Impuestos		-309,892	-415,189	-573,135	-810,054	-1,169,381
Depreciación y amortización		186,340	186,340	186,340	186,340	186,340
NOPAT		926,928	1,178,571	1,556,035	2,122,231	2,980,962
Inversión Inicial	-974,013					
<b>FCF (S)</b>	<b>-974,013</b>	<b>926,928</b>	<b>1,178,571</b>	<b>1,556,035</b>	<b>2,122,231</b>	<b>2,980,962</b>

### 5.3. Escalabilidad/exponencialidad del modelo de negocio

El ExO Canvas es mecanismo utilizado para analizar y demostrar la escalabilidad de una solución o modelo de negocio ExO (Exponential Organization). A continuación, aplicaré los elementos del ExO Canvas para demostrar cómo la "Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales" puede lograr una escalabilidad exponencial:

**Massive Transformative Purpose (MTP):** El propósito masivo y transformador de esta plataforma es reducir los accidentes laborales, mejorar la eficacia y protección en el segmento de minería al proporcionar soluciones tecnológicas avanzadas. Este MTP inspira a

las organizaciones a adoptar la plataforma y a trabajar juntas para lograr una transformación positiva en la industria minera.

Inversión Total: S/974,013.33. Esta inversión impulsa el propósito transformador de la plataforma, que es la protección de los trabajadores en la industria de minería y mejorar la eficacia de sus operaciones.

**Information (Información):** La plataforma recopila y procesa una cifra amplia de datos actualizados por medio de sus capacidades de análisis en tiempo real y redes neuronales. Esta información es valiosa para seleccionar alternativas y perfeccionamiento constante de las operaciones mineras.

Gastos de Administración: S/162,880.00. Este costo soporta el análisis y procesamiento de la información recopilada por la plataforma.

Gastos Fijos: S/480,800.00. Estos gastos pueden incluir sistemas de información y personal necesario para manejar y procesar datos.

**Staff on Demand (Personal a Demanda):** La plataforma puede permitir la contratación de personal técnico especializado bajo demanda con el fin de cubrir las exigencias particulares de las empresas mineras, especialmente en situaciones de predicción de posibles accidentes o incidentes mineros, o resolución de problemas críticos.

Equipo de Sistemas: 10 Ingenieros de Software y TI: S/315,000.00. Refleja la capacidad de la plataforma para escalar su fuerza laboral según la demanda.

**Interfaces (Interfaces):** Las interfaces de la plataforma son accesibles a través de dispositivos móviles y gafas de realidad aumentada, lo que facilita la adopción y el uso por parte de los técnicos en el terreno.

Gafas de Realidad Aumentada: S/150,000.00. Es un costo directo asociado con la interfaz de usuario para la realidad aumentada.

**Community and Crowd (Comunidad y Multitud):** La plataforma puede fomentar el diseño de un conglomerado del usuario objetivo y expertos en la industria minera que compartan conocimientos y experiencias para mejorar la seguridad y la eficiencia operativa.

Marketing: S/25,000.00. Inversiones iniciales en marketing podrían ayudar a construir una comunidad de usuarios y expertos.

**Dashboard (Panel de Control):** La plataforma ofrece paneles de control que permiten a las empresas mineras supervisar y gestionar eficazmente sus operaciones, ubicar ámbitos de mejoría y seleccionar opciones conscientes.

Computadoras y Servidores y Equipos: S/10,000.00 + S/100,000.00. Estos activos son esenciales para el funcionamiento y monitoreo de los paneles de control.

**Algorithms (Algoritmos):** Los algoritmos de análisis en tiempo real y redes neuronales son fundamentales para la funcionalidad de la plataforma, ya que permiten diagnósticos y recomendaciones precisas.

Mantenimiento de Software y Realidad Aumentada: S/54,000.00. Gasto asociado al desarrollo y mejora de algoritmos.

**Experimentation (Experimentación):** La plataforma puede admitir la experimentación continua para mejorar sus algoritmos y funcionalidades, lo que la hace adaptable en tanto que evolucionan las exigencias del segmento minero.

Mantenimiento de App: S/4,500.00. Costo que podría asociarse con la experimentación y actualización de la plataforma.

**Leveraged Assets (Activos Apalancados):** La plataforma puede aprovechar activos existentes como la infraestructura de red y servidores para ofrecer sus servicios, lo que rebaja los costos y perfecciona la escalabilidad.

Vehículos: S/150,000.00. Activos que la empresa puede usar para apoyar la logística y la implementación de su plataforma.

**Autonomy (Autonomía):** La plataforma puede proporcionar autonomía a los técnicos al permitirles tomar decisiones basadas en la información y las recomendaciones proporcionadas por la plataforma, mejorando la eficiencia operativa.

Capacitación y Desarrollo: Parte del gasto en recursos humanos puede destinarse a capacitar al personal para mejorar la autonomía operativa.

**Engagement (Compromiso):** La plataforma puede fomentar el compromiso de los usuarios al ofrecer soluciones efectivas que acrecienta la protección y el rendimiento en el lugar de trabajo.

Planilla dos Administradores: S/70,000.00. Estos empleados podrían jugar un papel clave en el fomento del compromiso y la adopción de la plataforma.

**Social Technologies (Tecnologías Sociales):** Las características de comunicación remota de la plataforma utilizan tecnologías sociales para conectar a los técnicos con expertos a distancia, mejorando la colaboración y el soporte.

Internet y Teléfono: S/1,080.00 + S/1,800.00. Servicios que posibilitan la comunicación remota y la colaboración en línea.

**Implementation (Implementación):** La implementación del portal se puede llevar a cabo en colaboración con empresas mineras y socios estratégicos, lo que facilita su adopción y escalabilidad en la industria.

Plataforma Tecnológica (Interfaz) + Trámites de Constitución + Trámite de Licencia: S/452,700.00. Estos costos son cruciales para la puesta en marcha y la escalabilidad de la plataforma.

Al asignar estos costos y gastos a los elementos del EXO Canvas, se puede observar cómo cada inversión contribuye a una característica específica o funcionalidad clave de la plataforma, lo que refleja la estrategia integral y la planificación financiera detrás de Neuravisio Minero.

#### 5.4 Sostenibilidad Social del Modelo de Negocio

A fin de forjar un modelo empresarial que armonice la rentabilidad con la responsabilidad social, beneficiando tanto a la economía como a la sociedad, hemos considerado con detenimiento el planteamiento de las Naciones Unidas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aplicándolos especialmente a nuestra solución propuesta:

**ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.** Nuestra plataforma desempeña un papel crucial en la promoción del ODS 9, ya que impulsa la incorporación de innovaciones tecnológicas dentro del ámbito minero. Mediante la incorporación de tecnología incipiente como la realidad aumentada y la instrucción automatizada automático de las redes neuronales, nuestra solución no solo potencia la eficacia y seguridad de la industria minera, sino que también apoya el progreso de infraestructuras modernas y resilientes. Al mismo tiempo, esta iniciativa es un motor para la generación de soluciones tecnológicas vanguardistas que resuelven problemas complejos y mejoran la competitividad del sector.

**ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico.** La plataforma que proponemos se alinea estrechamente con el ODS 8, ya que es una herramienta transformadora para la mejora de las condiciones de trabajo dentro de la minería. Incrementando la eficiencia y seguridad operacional, contribuye directamente a la creación de entornos laborales más seguros, lo que lleva a una notable disminución en la incidencia de accidentes y lesiones en el trabajo. Asimismo, al promover la formación remota y la entrada inmediata a asesoramiento experto, la plataforma estimula una educación continua y el enriquecimiento profesional. Esto no sólo cataliza el desarrollo de competencias técnicas, sino que también impulsa el progreso económico del sector, aumentando la productividad laboral y elevando el bienestar de la existencia de los trabajadores y sus colectivos.

En un sentido más amplio, al apostar por la sostenibilidad y la innovación, nuestra solución establece un precedente para el desarrollo de prácticas empresariales que sean

conscientes del impacto social y ambiental, marcando la pauta para una era de crecimiento inclusivo y sostenible que beneficie a todos los actores involucrados, desde los trabajadores en el terreno hasta los stakeholders y la sociedad en general.



## Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable

Este apartado trata el análisis de la atractividad, posibilidad y factibilidad de Maca Vital, recurriendo a hipótesis que confirman los diversos elementos. Con el fin de lograr este propósito, se llevaron a cabo ensayos y simulaciones que contribuyen a comprobar las hipótesis propuestas, respaldadas por el establecimiento de pruebas concretas.

### 6.1. Validación de la Deseabilidad de la Solución

Según se especifica en la matriz de priorización presentada en la Figura 19, las hipótesis mencionadas aquí se sitúan en el cuadrante superior izquierdo donde se mapean las hipótesis que tienen evidencia y no son triviales. Es crucial subrayar que uno de los rasgos distintivos de la solución desarrollada en este estudio, que constituye un elemento central de su propuesta de valor, es la calidad del bien ofrecido. Por esta razón, es de gran importancia poder examinar la deseabilidad del modelo de negocio. Así, se tiene la intención de someter a prueba las hipótesis H1 y H2 con usuarios potenciales para, en última instancia, verificar si el bien ofrecido cubre los requerimientos de los consumidores.

#### 6.1.1. Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución

H1: La implementación de Neuravisio Minero, que ofrece asistencia remota con realidad aumentada, resultará en una reducción significativa de accidentes laborales mediante la predicción en comparación con los métodos tradicionales de diagnóstico y prevención.

H2: Los gerentes de operaciones estarán dispuestos a invertir hasta 30,000 Soles anuales en Neuravisio Minero, reconociendo el valor agregado que representa para reducir los accidentes laborales en las operaciones mineras.

H3: La presentación de casos de éxito y testimonios de técnicos, ingenieros, y especialistas en seguridad que hayan utilizado Neuravisio Minero incrementará la intención de compra de la plataforma entre las empresas mineras, destacando especialmente las mejoras en seguridad y eficiencia operativa.

H4: Una estrategia de marketing digital enfocada en la demostración de capacidades y beneficios de Neuravisio Minero a través de plataformas de redes sociales, webinars técnicos en el sector industrial, impulsará el conocimiento y la demanda de la plataforma en el mercado minero.

H5: Organizar demostraciones en vivo y pruebas gratuitas de Neuravisio Minero en ferias de minería, sitios de operaciones y conferencias industriales aumentará el reconocimiento y la aceptación de la tecnología entre gerentes de operaciones y técnicos, demostrando su eficacia en la predicción de posibles accidentes laborales mineros.

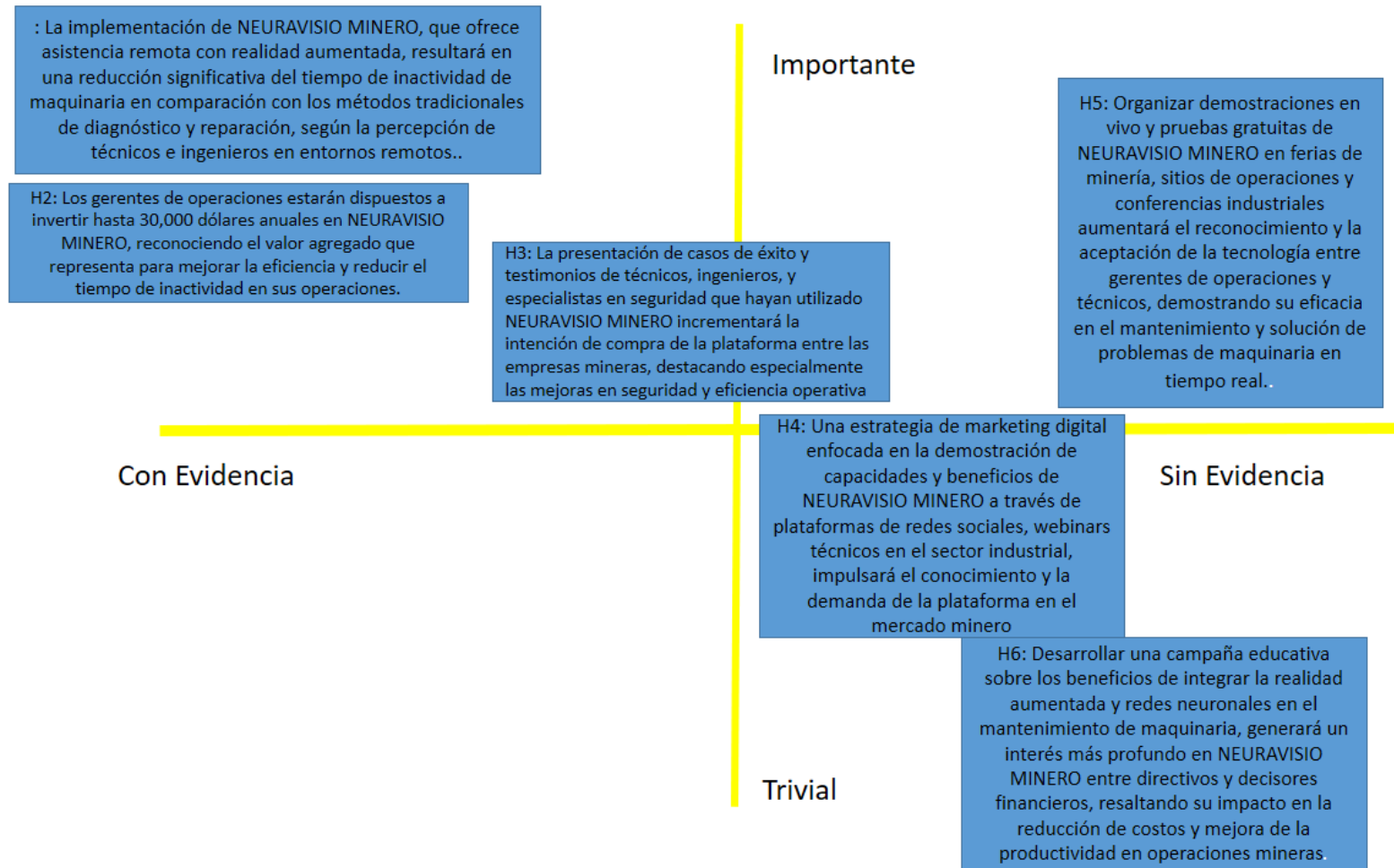
H6: Desarrollar una campaña educativa sobre los beneficios de integrar la realidad aumentada y redes neuronales en predicción de accidentes mineros, generará un interés más profundo en Neuravisio Minero entre directivos y decisores financieros, resaltando su impacto en la reducción de costos y mejora de la productividad en operaciones mineras.

La matriz para priorizar hipótesis representa un instrumento esencial en las etapas tempranas de cualquier proyecto o estudio, facilitando la identificación y valoración ordenada de las hipótesis para establecer aquellas que requieren atención prioritaria. Este sistema organiza las hipótesis basándose en dos criterios fundamentales: su relevancia y la prueba existente.

En la matriz presentamos la deseabilidad de nuestras hipótesis, como la implementación de Neurovisio Minero que resultara en la reducción de accidentes laborales usando tecnologías de vanguardia en comparación con los métodos tradicionales y como la disponibilidad de los altos cargos de las empresas minera en invertir bajo el costo indicado para la implementación de las nuevas tecnologías en sus centros laborales.

Figura 20

## Matriz de Priorización de Hipótesis



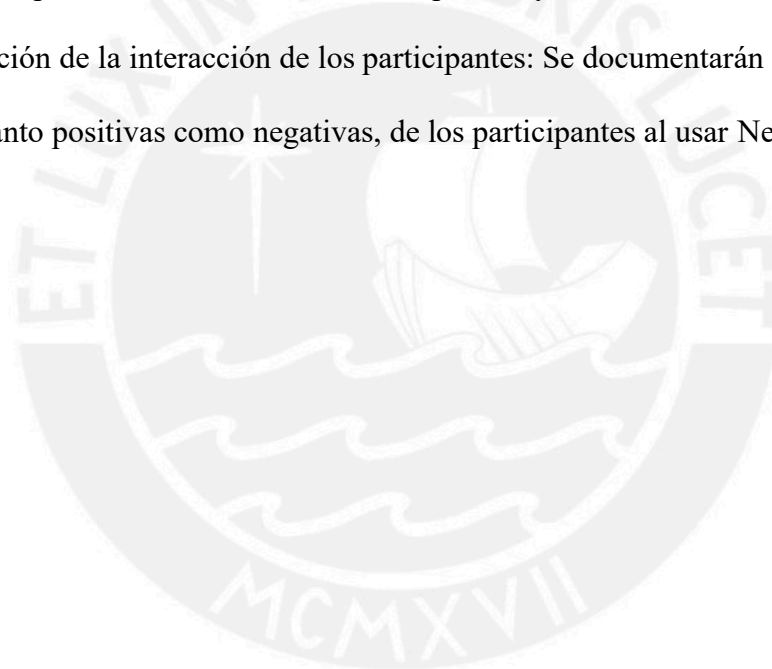
### ***6.1.2. Experimentos Empleados para Validar la Deseabilidad de la Solución***

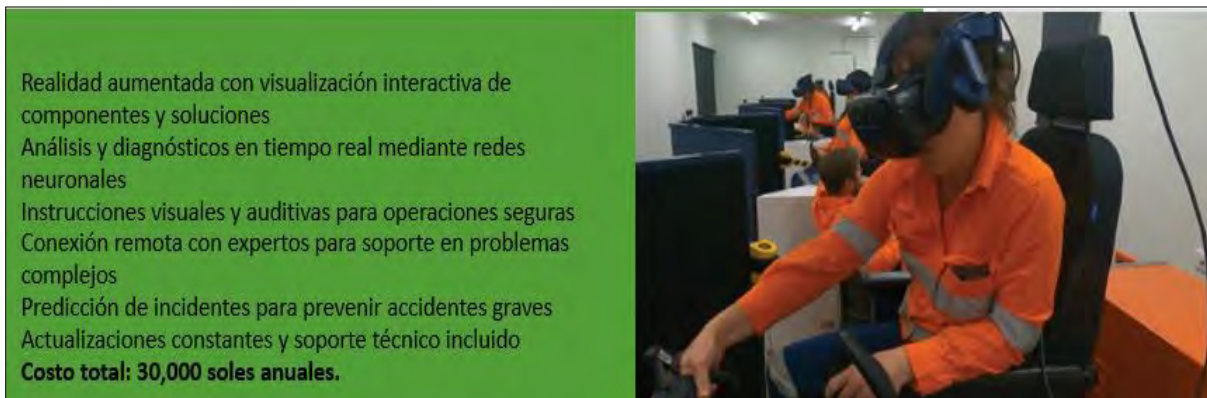
Prueba de usabilidad para Neuravisio Minero: Para verificar las hipótesis formuladas para Neuravisio Minero, se realizará una prueba de usabilidad con un grupo de técnicos e ingenieros en entornos mineros remotos, que requieran asistencia en la reducción al mínimo los accidentes mineros laborales. Las actividades consideradas para verificar la usabilidad de nuestra plataforma Neuravisio Minero son:

Lista de Tareas:

Implementación y uso de Neuravisio Minero: Se proporcionará acceso a la plataforma a los participantes para determinar su nivel de aceptación y facilidad de uso.

Observación de la interacción de los participantes: Se documentarán todas las interacciones, tanto positivas como negativas, de los participantes al usar Neuravisio Minero.



**Figura 21****Prueba de Deseabilidad de Neuravisio Minero**

Evaluación de la efectividad de las soluciones proporcionadas: Se recogerán opiniones sobre la precisión y utilidad de los diagnósticos y recomendaciones generados por la plataforma.

Cuestionario de satisfacción a los participantes: Se realizarán encuestas para recoger la percepción de los participantes sobre la integración de Neuravisio Minero en sus operaciones y su satisfacción general con la plataforma.

Tareas específicas de Neuravisio Minero:

Uso de la visualización interactiva y las instrucciones paso a paso en tareas diarias de minería

Los participantes emplearán las funcionalidades de realidad aumentada para llevar a cabo tareas de prevención de accidentes.

Acceso y uso del historial de accidentes en minería: Se evaluará cómo el acceso rápido a registros previos mejora la eficiencia en prevención de accidentes.

Los resultados esperados para las hipótesis son:

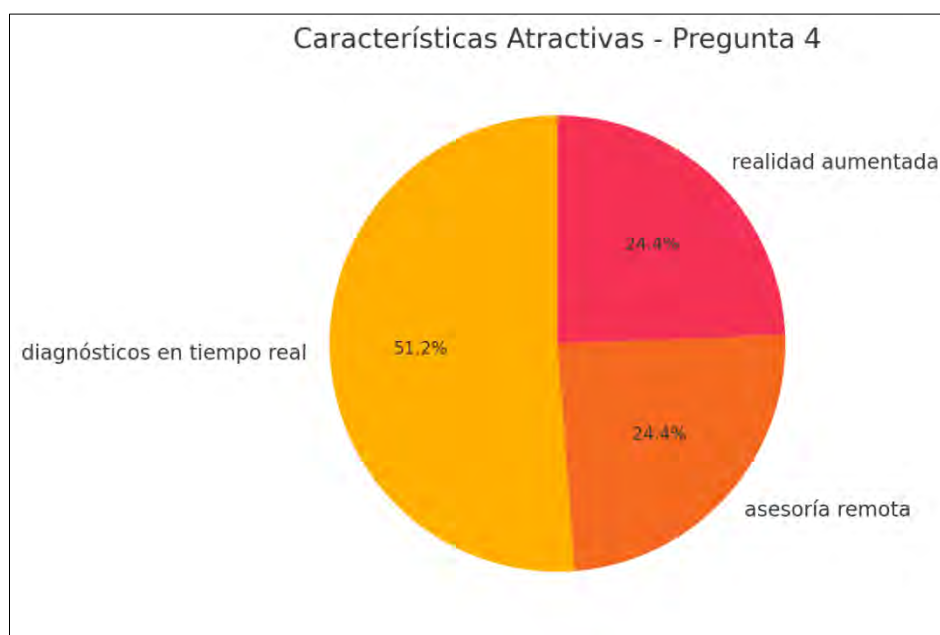
H1: Se anticipa que la implementación de Neuravisio Minero, como una herramienta de asistencia con realidad aumentada, será altamente valorada por el grupo objetivo, con una

significativa preferencia sobre otros métodos tradicionales para la prevención de accidentes laborales en la minería.

Esta prueba de usabilidad no solo medirá la aceptación inicial de Neuravisio Minero, sino también su eficacia y utilidad a largo plazo, elementos cruciales para su éxito en el exigente ámbito de la minería remota.

## Figura 22

### Respuesta sobre Atractivo de Neuravisio Minero



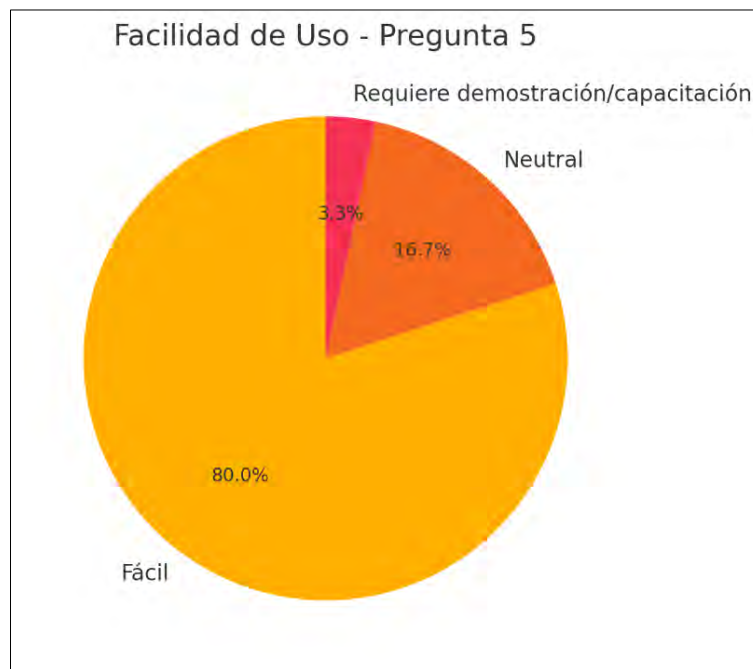
Los resultados del análisis de las "Características atractivas" para la pregunta 4 se presentan a continuación en forma de porcentajes y se visualizan en el gráfico de pastel:

Diagnósticos en tiempo real: 70.0%

Asesoría remota: 33.3%

Realidad aumentada: 33.3%

Estos porcentajes indican que una gran mayoría de las respuestas enfatizaron la importancia de los "Diagnósticos en tiempo real" como una característica atractiva. Las menciones de "Asesoría remota" y "Realidad aumentada" también son significativas, aunque menos predominantes.

**Figura 23****Respuesta de la Facilidad de Uso de Neuravisio Minero**

Los resultados del análisis para la pregunta 5 sobre la "Facilidad de uso" se presentan a continuación y se visualizan en el gráfico de pastel:

Fácil: 80.0%

Neutral: 16.7%

Requiere demostración/capacitación: 3.3%

Estos porcentajes muestran que la mayoría de los encuestados encuentran la tecnología fácil de usar, aunque hay un segmento significativo que considera su uso como neutral, posiblemente indicando la necesidad de alguna familiarización o capacitación adicional.

Interpretación de Resultados:

Hipótesis 1: Los resultados muestran una alta aceptación de Neuravisio Minero, destacando la preferencia por sus funcionalidades interactivas y la reacción positiva general al utilizar la plataforma. Una satisfacción del 80% en la encuesta subraya la preferencia de los

participantes por Neuravisio Minero como una solución innovadora para la predicción y reducción de posibles accidentes e incidentes laborales mineros.

**Tabla 7**

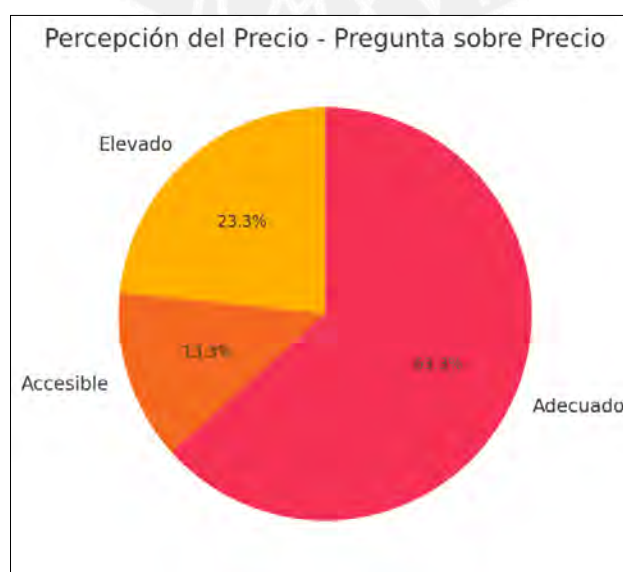
**Resultados de Usabilidad para la Hipótesis 1**

Usuario	Uso de Visualización Interactiva	Evaluación de Efectividad (👍/👎)	Interacción con la Plataforma	Encuesta de Satisfacción (Sí/No)
1	✓	👍	Positiva	Sí
2	✓	👍	Positiva	Sí
3	✓	👎	Neutra	Sí
---		---	-----	---
29	✓	👍	Positiva	Sí
30	✓	👍	Positiva	No
<b>Promedio</b>	<b>100%</b>	<b>80% 👍</b>	<b>Mayormente Positiva</b>	<b>80% Sí</b>

H2: Los gerentes de operaciones estarán dispuestos a invertir hasta 30,000 Soles anuales en Neuravisio Minero, reconociendo el valor agregado que representa a fin de perfeccionar la eficacia y rebajar el lapso de paralización en sus operaciones.

**Figura 24**

**Respuestas de Aceptación de Precio**



Los resultados del análisis para la percepción del precio se presentan a continuación y se visualizan en el gráfico de pastel:

Adecuado: 63.3%

Elevado: 23.3%

Accesible: 13.3%

Estos porcentajes indican que gran parte de los contactados estiman que el precio de la tecnología es adecuado para lo ofrecido. Sin embargo, hay una notable percepción de que el precio es elevado y un menor porcentaje lo considera accesible.

**Tabla 8**

**Resultados de Usabilidad para la Hipótesis 2**

Usuario	Evaluación de la Propuesta de Valor	Disposición a Invertir 30,000 soles anuales (Sí/No)	Impacto Percibido en Eficiencia	Reducción Percibida de Tiempo de Inactividad
1	Alta	Sí	Alta	Alto
2	Media	Sí	Media	Medio
3	Alta	No	Alta	Alto
---	-----	---	-----	-----
29	Alta	Sí	Alta	Alto
30	Media	Sí	Media	Medio
<b>Promedio</b>	-	<b>80% Sí</b>	-	-

Interpretación de Resultados: Los resultados reflejan una fuerte disposición por parte de los gerentes de operaciones a realizar la inversión anual de 30,000 soles en Neuravisio Minero, con un 80% de los participantes indicando una respuesta afirmativa. Esta tendencia subraya el reconocimiento del valor agregado que Neuravisio Minero aporta en términos de mejora de eficiencia operativa y reducción significativa del tiempo de inactividad en sus operaciones. Aunque un participante mostró reticencia, posiblemente debido a restricciones presupuestarias o necesidad de evidencia adicional sobre el retorno de la inversión, la

mayoría valoró positivamente la propuesta de valor de la plataforma. Este feedback positivo sugiere una percepción favorable hacia Neuravisio Minero como una inversión estratégica que puede contribuir sustancialmente a optimizar las operaciones mineras.

Estos resultados ofrecen evidencia preliminar que respalda la eficacia de Neuravisio Minero para reducir al mínimo los accidentes en minería y su potencial para convertirse en una herramienta indispensable en el sector. Además, señalan oportunidades para optimizar la estrategia de mercado y realizar ajustes en la plataforma según la retroalimentación específica de los usuarios.

## **6.2. Validación de la factibilidad de la solución**

Este apartado, se presenta el plan de marketing, describiendo los fines de corto y largo plazo, la estrategia global, y los elementos del mix de marketing. Acerca del plan operativo, se examinó cada proceso previo, actualizado y posterior a su aplicación usando un lienzo de modelo de negocio. Asimismo, se simularon 5,000 oportunidades empleando el método de Monte Carlo para verificar las hipótesis relacionadas con el plan de marketing.

### **6.2.1. Plan de Mercadeo**

Plan de Mercadeo para Neuravisio minero:

Mercado: Orientado al sector de la minería, específicamente empresas que operan en entornos remotos y pretenden acrecentar la eficacia y seguridad en la protección del trabajador minero.

Público Objetivo: Técnicos e ingenieros responsables de protección y prevención de emergencias en el segmento minero, gerentes de operaciones que buscan optimizar la productividad y reducir tiempos de inactividad, y especialistas en seguridad que desean implementar soluciones tecnológicas avanzadas para mejorar las condiciones de trabajo.

Competencia: Investigar otras soluciones de asistencia remota, realidad aumentada y sistemas de diagnóstico automatizado dirigidos al sector minero, identificando puntos de diferencia y ventajas competitivas de NEURAVISIO MINERO.

#### Objetivos

A corto plazo: Incrementar el reconocimiento de Neuravisio Minero y sus beneficios en la reducción del tiempo de inactividad y mejora de la seguridad en un 50% dentro del público objetivo en el primer año.

A largo plazo: Garantizar que el 30% del mercado objetivo implemente Neuravisio Minero en sus operaciones diarias laborales dentro de los próximos tres años.

#### Estrategias de Marketing

Educación: Lanzar campañas educativas sobre los desafíos en evitar accidentes laborales en minería y cómo Neuravisio Minero facilita procesos más eficientes y seguros.

Asociaciones: Establecer alianzas con empresas mineras líderes, y asociaciones del sector para promover Neuravisio Minero.

Promociones: Ofrecer demostraciones gratuitas y períodos de prueba para nuevas adquisiciones, así como descuentos por contratos de larga duración para los primeros clientes.

#### Marketing Mix

##### Producto:

Características Principales: Neuravisio Minero proporciona asistencia remota mediante realidad aumentada, permitiendo diagnósticos en tiempo real y solución de problemas sin necesidad de presencia física.

Ventajas: Reduce significativamente los accidentes, mejora la seguridad de los trabajadores, ofreciendo un ahorro por paralizaciones claro y rápido.

Servicio Postventa: Asistencia técnica 24/7 y capacitaciones regulares para usuarios, asegurando la máxima utilidad y satisfacción.

#### Precio:

Estructura de Precios: Precios basados en el valor percibido, con planes flexibles que se ajustan a las necesidades y tamaño de cada operación minera.

Precio de Introducción: Ofertas especiales de lanzamiento para adoptantes tempranos.

Descuentos por Volumen: Incentivos para contratos multianuales o múltiples licencias.

#### Plaza (Distribución):

Canales de Venta Directa: Presentación directa a empresas mineras a través de equipo de ventas especializado.

Distribuidores Asociados: Colaboraciones con proveedores de equipos y soluciones para el sector minero.

Online: Disponibilidad a través de la web de Neuravisio Minero para demostraciones y consultas en línea.

#### Promoción:

Medios Digitales: Campañas en LinkedIn y otras redes sociales enfocadas al sector profesional y minero.

Eventos y Ferias: Participación en ferias internacionales de minería y tecnología.

Colaboraciones: Alianzas con líderes de opinión en el sector minero para aumentar la credibilidad y visibilidad de Neuravisio Minero.

El presupuesto de marketing se distribuirá a lo largo de los próximos cinco años, con un enfoque en el desarrollo de la marca, la penetración en el mercado objetivo y el posicionamiento de Neuravisio Minero como la solución líder en asistencia remota para la minería, destacando sus beneficios en eficiencia operativa, seguridad y reducción de costos.

**Tabla 9****Presupuesto de Marketing en Soles**

	2024	2025	2026	2027	2028
Diseño del producto	48,000.00				
Difusión					
Video de lanzamiento	4,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
Marketing Relacional	4,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
Eventos BTL	4,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
EXPOMIN	4,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
Redes Sociales	4,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00	5,000.00
PERUMIN	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
Medios de distribución	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00	6,000.00
<b>Total (S/)</b>	<b>80,000.00</b>	<b>37,000.00</b>	<b>37,000.00</b>	<b>37,000.00</b>	<b>37,000.00</b>

**6.2.2. Plan de Operaciones**

El despliegue de un plan de operaciones efectivo para Neuravisio Minero, una plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales para la industria minera es esencial para asegurar su implementación exitosa y su funcionalidad continua. Este plan debe abordar desde la implementación inicial hasta la gestión diaria y el soporte postventa. En seguida, se describe el esquema del plan de operaciones:

**Desarrollo y Pruebas del Producto**

**Investigación y Desarrollo (I+D):** Continuar el desarrollo de Neuravisio Minero para incorporar las últimas innovaciones en realidad aumentada y redes neuronales, asegurando que la plataforma esté a la vanguardia tecnológica.

**Pruebas de Campo:** Realizar pruebas piloto en entornos de minería reales para validar la eficacia de la plataforma en condiciones de trabajo diversas y exigentes, y para recopilar feedback directo de los usuarios finales.

**Implementación y Despliegue**

**Capacitación del Equipo de Implementación:** Formar un equipo especializado en la implementación de Neuravisio Minero, que esté bien versado en las particularidades técnicas de la plataforma y en las necesidades específicas de la industria minera.

**Planificación de la Implementación:** Desarrollar planes de implementación personalizados para cada cliente, teniendo en cuenta el tamaño de la operación, la ubicación geográfica, y las reducciones en accidentes mineros.

**Despliegue:** Ejecutar la implementación de Neuravisio Minero en las instalaciones del cliente, velando por una incorporación dinámica entre los sistemas disponibles e interrupción limitada de la operación cotidiana.

#### Soporte y Mantenimiento

**Soporte Técnico:** Fijar un servicio de asistencia técnica 24/7 con el objeto de atender cualquier incidencia o consulta de los usuarios, utilizando un sistema de tickets para gestionar eficazmente las solicitudes.

**Actualizaciones y Mantenimiento:** Programar actualizaciones regulares de software para mejorar funcionalidades, corregir errores y proteger contra amenazas de seguridad. Mantener la infraestructura de hardware asociada a la plataforma para asegurar su rendimiento óptimo.

#### Capacitación de Usuarios

**Material de Formación:** Desarrollar materiales de formación completos, incluyendo manuales de usuario, videos tutoriales y preguntas frecuentes, adaptados a diferentes niveles de habilidad técnica.

**Asambleas de Capacitación:** Extender sesiones de formación remota y presencial para el usuario final, asegurando que puedan aprovechar todas las funcionalidades de Neuravisio Minero de manera eficiente.

#### Evaluación y Mejora Continua

**Feedback de Usuarios:** Implementar un mecanismo para recopilar de manera sistemática el feedback de los usuarios, permitiendo rastrear ámbitos de mejoría y adecuar el producto a los requerimientos cambiantes del mercado.

**Análisis de Rendimiento:** Utilizar herramientas analíticas para monitorear el rendimiento de la plataforma en tiempo real, identificando tendencias, problemas y oportunidades de optimización.

**Expansión y Escalamiento**

**Estrategia de Escalamiento:** Desarrollar una estrategia para escalar Neuravisio Minero, permitiendo su expansión a nuevos mercados y sectores dentro de la industria minera.

**Alianzas Estratégicas:** Buscar alianzas con otras compañías y organizaciones del sector para extender la amplitud de Neuravisio Minero y explorar nuevas aplicaciones de la tecnología.

Este plan operativo establece una hoja de ruta concreta para el lanzamiento y gestión de Neuravisio Minero, asegurando que la plataforma no solo cumpla con las expectativas iniciales de los clientes, sino que también continúe evolucionando en respuesta a sus necesidades y al progreso tecnológico en el ámbito minero.

### ***6.2.3. Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis***

Evaluación del plan de marketing. Para verificar la suposición relacionada con la rentabilidad del plan de marketing, se utilizó como fundamento el nexo entre el valor de tiempo de vida del cliente (VTVC) junto al costo de adquisición del cliente (CAC), esperando una razón de 3 a 1. Se analizará si el gasto en marketing para atraer clientes es adecuado para asegurar que el gasto por cliente genere beneficios. Para investigar esta cuestión en el contexto de Maca Vital, se utilizarán métricas como el Costo de Adquisición de Cliente (CAC) junto al Valor de Tiempo de Vida del Cliente (VTVC).

H7: El plan de marketing para Neuravisio Minero conducirá a un nexo VTVC/CAC superior a 3.4x, lo que validará la eficacia de su inversión en la obtención y contención de usuarios.

La tabla 10 a continuación ofrece un desglose financiero, expresando los costos relacionados con la captación de usuarios (CAC) y el valor de tiempo de vida del cliente (VTVC) para Neuravisio Minero. Analizamos primero el CAC:

Gasto en marketing: Se destinaron 300,000.00 Soles a actividades de marketing de retención al cliente el año inicial.

Usuarios en el año inicial: Se logró atraer a 59 clientes.

CAC: El Costo de Adquisición por Cliente es de 5,084.75 soles, resultado de dividir los costos por marketing entre la cifra de usuarios captados en el año inicial.

EBITDA: Las ventajas previas a amortización, depreciación, moras y tributos alcanzaron 1,236,820.00 soles.

Clientes en el primer año: El número de clientes obtenidos se mantiene en 59.

VTVC: El Valor del Tiempo de Vida del Cliente se estima en 20,963.05 soles, obtenido al dividir el EBITDA entre el número de usuarios captados en el año inicial.

La proporción VTVC / CAC resultante es de 4.12, lo que permite indicar que, por cada dólar de inversión en la obtención de clientes, se generan 4.12 soles en valor a lo largo de la vida útil del cliente con Neuravisio Minero. Esta ratio inicialmente prometedora, será sometido a una simulación de Monte Carlo con 5,000 variaciones, ajustando la cantidad de clientes, para probar su robustez y prever posibles fluctuaciones en la efectividad del esquema de marketing y retención de clientes.

**Tabla 10**

***Cálculo Inicial del Ratio VTVC/CAC en Soles***

<b>Detalle</b>	<b>CAC</b>
Gasto en marketing (S/)	300,000.00
Clientes año inicial	59
CAC	5084.75
<b>Detalle</b>	<b>VTVC</b>
EBITDA (S/)	1,236,820.00
Clientes año inicial	59
VTVC	20,963.05
VTVC / CAC	4.12

Conforme a los parámetros previamente establecidos, se ejecutó una simulación de Monte Carlo, comprendiendo 5,000 ensayos. Mediante este procedimiento, se calculó un valor medio proyectado de la relación VTVC/CAC de 4.779:1. Este resultado se considera óptimo cuando el promedio excede la marca de 3X, como se exhibe en la Tabla 8. Basándose en estos hallazgos, se proyecta que el plan de marketing producirá entradas monetarias significativas en comparación con las pérdidas a través de un lustro. Adicionalmente, se logró un índice de éxito del 92.08% en las simulaciones realizadas.

**Tabla 11**

**Simulación del Plan de Marketing**

	VTVC/CAC	CAC	VTVC
Promedio esperado	4.77	5,389.83	25,688.75
Desviación estándar	0.61	417.75	5,058.32
Primera simulación	5.31	5084.40	26985.91
Promedio 5000 SIMULA	4.786		
Desviación estándar	1.019		
Mínimo	1.186		
Máximo	8.911		
Alta eficiencia: > 3.40	92.08%		

Esto indica una efectividad notable en la inversión de marketing, excediendo el límite propuesto en la hipótesis H7 de 3.4x. Por lo tanto, valida la eficiencia del plan de marketing en cuanto a la retención y el valor aportado por cada cliente.

### 6.3. Validación de la Viabilidad de la Solución

#### 6.3.1. Presupuesto de Inversión

Este desglose de inversión en activos fijos proporciona una visión clara del capital necesario para establecer y mantener la operatividad de Neuravisio Minero. La inversión inicial en tecnología avanzada, como las gafas de realidad aumentada y Servicios en la nube, servidores potentes, es crucial para asegurar la prestación eficaz de servicios de asistencia

remota. Además, la adquisición de vehículos y el adecuado equipamiento de oficina soportan la infraestructura operacional y administrativa requerida para el triunfo a futuro de la organización.

El despliegue de servidores en la mina es fundamental para garantizar la conectividad, el procesamiento de datos en tiempo real y la estabilidad del sistema, ya que la plataforma Neuraviso Minero requiere el manejo de grandes volúmenes de información crítica sobre las operaciones mineras, accidentes y otros factores relevantes que deben ser procesados rápidamente para prevenir incidentes. A continuación, se detalla la inversión en inmuebles, maquinaria y equipo:

**1. Gafas de Realidad Aumentada y Reposición – S/150,000.00.** Se invertirán S/150,000.00 en la compra de 50 unidades de gafas de realidad aumentada, que serán distribuidas entre operarios clave y supervisores. Estas gafas permiten la visualización en tiempo real de los indicadores de seguridad y predicciones de accidentes en el entorno laboral, mostrando información superpuesta directamente en el campo de visión del usuario. Además, se prevé una reposición para garantizar su disponibilidad en caso de desgaste o averías, asegurando que los usuarios siempre cuenten con dispositivos funcionales.

**2. Servicios en la Nube, Servidores y Equipos – S/100,000.00.** La inversión en servicios en la nube y servidores es clave para el procesamiento y almacenamiento de datos en tiempo real. Se asignan S/100,000.00 para la compra de 5 servidores locales y servicios en la nube que operarán en la mina. Estos servidores permitirán almacenar y procesar datos sensibles localmente para evitar problemas de latencia y pérdida de conexión, lo cual es fundamental en zonas mineras donde la conectividad externa puede ser inestable. Además, estos servidores se integrarán con la nube para sincronizar los datos y realizar análisis predictivos mediante redes neuronales en tiempo real. La combinación de servidores locales y

en la nube ofrece redundancia y escalabilidad, lo que garantiza que el sistema funcione de manera eficiente, incluso en condiciones difíciles.

**Tabla 12**

*Activos Fijos en Soles*

<b>Inmuebles, maquinaria y equipo</b>	<b>S/.</b>	<b>Cantidad</b>		<b>S/.</b>
Gafas de Realidad Aumentada y reposición	3,000.00	50	150,000.00	150,000.00
Servicios en la nube, Servidores y Equipos	20,000.00	5	100,000.00	100,000.00
Computadoras	2,000.00	5	10,000.00	10,000.00
mueblería oficina	8,000.00	1	8,000.00	8,000.00
vehículos	150,000.00	1	150,000.00	150,000.00
<b>Total (S/)</b>				<b>418,000.00</b>

El plan de inversión para Neuravisio Minero se ha diseñado meticulosamente para asegurar el lanzamiento y funcionamiento eficiente de esta innovadora plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales para el sector minero. La estructura del plan abarca tanto activos fijos, intangibles como anticipos, garantizando una cobertura completa de las necesidades iniciales y operativas de la empresa.

La inversión en activos intangibles asciende a S/452,700.00, destacándose principalmente por la creación y materialización del portal tecnológico, que requiere una inversión de S/450,000.00. Esta plataforma es el corazón del servicio que Neuravisio Minero ofrece, integrando interfaces de usuario avanzadas con tecnología de realidad aumentada. Además, se han considerado los costos asociados con trámites legales y de licencia, sumando un total de S/2,700.00, esenciales a fin de procurar la observancia normativa y la operación legal de la empresa.

Se ha previsto también un monto de S/12,000.00 para anticipos de garantía de alquiler, asegurando así la ubicación física para las operaciones centrales de Neuravisio Minero. Este gasto anticipado refleja la importancia de establecer un fundamento operativo sólido para el equipo de despliegue, ventas y soporte. En conjunto, la suma de inversiones

fijas, intangibles y anticipos alcanza los S/882,700.00, representando el 90.63% de la inversión total. El capital de trabajo, destinado a financiar las operaciones diarias hasta que el negocio genere flujo de caja positivo, se ha fijado en S/91,313.33, lo que representa el 9.37% restante de la inversión total, elevando el monto global a S/974,013.33.

Para financiar este proyecto, se ha estructurado un esquema de financiamiento que combina un préstamo de S/584,408.00, cubriendo el 60% de la inversión total, con un aporte propio de S/389,605.33, que constituye el 40% restante. Esta distribución de financiamiento no solo demuestra el compromiso de los fundadores hacia el proyecto, sino que también asegura una base financiera sólida para el desarrollo y crecimiento sostenido de Neuravisio Minero.

Este plan de inversión ha sido cuidadosamente elaborado para cubrir todas las facetas necesarias para el lanzamiento exitoso y la operación continua de Neuravisio Minero, desde la infraestructura tecnológica hasta los requisitos legales y operativos, asegurando así el mejor comienzo posible para esta innovadora solución en el mercado minero.

**Tabla 13***Plan de Inversión Total en Soles*

<b>Intangibles</b>	<b>Monto</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Subtotal</b>
Desarrollo y Portal tecnológico (interfaz)	450,000.00	1	450,000.00
Trámites de constitución	1,500.00	1	1,500.00
Trámite de licencia	1,200.00	1	1,200.00
Total Intangibles			452,700.00
Anticipos garantía arriendo	6,000.00	2	12,000.00
Total Anticipos			12,000.00
<b>Inversiones Fijas</b>	<b>Monto</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Subtotal</b>
Computadoras	2,000.00	5	10,000.00
Gafas de Realidad Aumentada	3,000.00	50	150,000.00
Servidores y Equipos	20,000.00	5	100,000.00
Mueblería oficina	8,000.00	1	8,000.00
Vehículos	150,000.00	1	150,000.00
Total Inversiones Fijas			418,000.00
<b>Total</b>			<b>882,700.00</b>
<b>Detalle</b>	<b>Monto</b>		
Inversiones fijas + intangibles + anticipos	882,700.00	90.63%	
Capital de trabajo	91,313.33	9.37%	
<b>Inversión Total</b>	<b>974,013.33</b>		
Préstamo	584,408.00	60%	
Aporte autónomo	389,605.33	40%	

Detalle de la implementación de la plataforma NEURAVISIO Minero.

**Tabla 14***Detalle de la Inversión en la Plataforma*

Descripción del Concepto	Monto S/
Diseño de interfaz de usuario (UI/UX)	80,000.00
Desarrollo backend (servidores y base de datos)	120,000.00
Implementación de la realidad aumentada	90,000.00
Seguridad y pruebas de penetración	30,000.00
Desarrollo frontend (interfaz del usuario)	75,000.00
Integración de APIs de terceros	25,000.00
Licencias de software	15,000.00
Soporte técnico inicial (6 meses)	10,000.00
Mantenimiento y actualizaciones iniciales (6 meses)	5,000.00

El desarrollo de la plataforma Neuravisio Minero implica una serie de etapas técnicas clave, cada una abordada con especialistas en diferentes áreas y utilizando tecnologías avanzadas para asegurar la robustez y funcionalidad del sistema de predicción de accidentes laborales. A continuación, se detalla el desglose de cada componente de la inversión:

Diseño de interfaz de usuario (UI/UX) – S/80,000.00: El diseño de la interfaz de usuario es crucial para asegurar que la plataforma sea intuitiva y fácil de navegar. Se contratarán especialistas en diseño de UI/UX, quienes emplearán herramientas como Figma o Adobe XD para crear maquetas interactivas. Estos expertos colaborarán estrechamente con desarrolladores frontend para asegurar que el diseño final esté alineado con las mejores prácticas de usabilidad y accesibilidad. El enfoque estará en la creación de flujos de trabajo optimizados para que los operarios de minas y los supervisores puedan interactuar con las visualizaciones de datos y los modelos predictivos de manera eficiente.

Desarrollo backend (servidores y base de datos) – S/120,000.00: La arquitectura del backend será diseñada para manejar grandes volúmenes de datos de accidentes laborales, así como la información sobre equipos y condiciones laborales en tiempo real. Para esto, se utilizarán tecnologías como Python con el framework Django o Flask, junto con bases de datos relacionales como PostgreSQL y tecnologías NoSQL como MongoDB para manejar

datos no estructurados. Un equipo de ingenieros de backend será responsable de configurar y gestionar los servidores (preferiblemente en la nube con AWS o Google Cloud Platform) y garantizar la escalabilidad y seguridad del sistema. Este equipo también desarrollará APIs RESTful para comunicar la base de datos con el frontend y la red neuronal, permitiendo la entrada y extracción de datos.

Implementación de la realidad aumentada – S/90,000.00: La realidad aumentada permitirá a los usuarios visualizar escenarios potenciales de accidentes y riesgos in situ. Para ello, se emplearán frameworks como ARKit (para dispositivos iOS) y ARCore (para dispositivos Android), integrados en la plataforma mediante lenguajes de programación como Swift y Kotlin. Un equipo especializado en desarrolladores AR trabajará en la integración de estas tecnologías con el sistema de datos de accidentes, permitiendo que los operarios vean información crítica sobre seguridad en tiempo real mediante el uso de dispositivos móviles o gafas AR. Esta funcionalidad será fundamental para proporcionar una capa adicional de análisis visual de riesgos en las zonas de trabajo.

Seguridad y pruebas de penetración – S/30,000.00: La seguridad de los datos será prioritaria, dado que la plataforma manejará información sensible sobre accidentes y condiciones laborales. Se contratarán expertos en ciberseguridad que realizarán auditorías de seguridad y pruebas de penetración utilizando herramientas como OWASP ZAP y Burp Suite. Además, se aplicarán buenas prácticas de desarrollo seguro como el cifrado de datos en tránsito y en reposo (mediante SSL/TLS y AES-256). También se implementarán mecanismos de autenticación de múltiples factores (MFA) y roles de usuario basados en privilegios para limitar el acceso a diferentes niveles de información en la plataforma.

Desarrollo frontend (interfaz del usuario) – S/75,000.00: El frontend de la plataforma será desarrollado utilizando React.js o Vue.js, proporcionando una interfaz de usuario rápida, interactiva y dinámica. Este desarrollo permitirá que los usuarios naveguen por el sistema,

carguen datos, y visualicen las predicciones generadas por la red neuronal, todo en una interfaz accesible y moderna. Los desarrolladores frontend trabajarán junto con los diseñadores de UI/UX para implementar los flujos de trabajo establecidos, asegurándose de que cada pantalla se cargue de manera eficiente y sin latencias. Además, se integrarán librerías como D3.js o Chart.js para generar gráficos interactivos que muestren el rendimiento del modelo de predicción y las estadísticas clave de los accidentes.

Integración de APIs de terceros – S/25,000.00: La plataforma integrará APIs de terceros que proporcionen información complementaria, como condiciones meteorológicas o datos de equipos mineros en tiempo real, utilizando herramientas como OpenWeatherMap API o servicios IoT específicos de la maquinaria minera. Estos datos permitirán alimentar los modelos predictivos con información externa que puede ser relevante para la ocurrencia de accidentes. La integración se hará utilizando tecnologías de microservicios en el backend, lo que permitirá gestionar las comunicaciones entre las diferentes fuentes de datos de manera eficiente y en tiempo real.

Licencias de software – S/15,000.00: Se adquirirán licencias para software esencial en el desarrollo y despliegue de la plataforma. Esto incluye licencias de software de análisis de datos como Tableau o Power BI para generar informes y visualizaciones avanzadas, y plataformas de desarrollo colaborativo como GitHub Enterprise para gestionar el código fuente. Además, se contemplan licencias para bibliotecas premium que optimicen la funcionalidad de la plataforma.

Soporte técnico inicial (6 meses) – S/10,000.00: Se asignarán recursos para brindar soporte técnico a los usuarios de la plataforma durante los primeros seis meses. Un equipo de técnicos de soporte estará disponible para resolver problemas técnicos, responder consultas sobre el uso de la plataforma y garantizar la continuidad operativa. Este soporte incluirá

mantenimiento preventivo y correctivo de los servidores y de las funcionalidades críticas del sistema.

Mantenimiento y actualizaciones iniciales (6 meses) – S/5,000.00: Durante los primeros seis meses de operación, se proporcionará mantenimiento y actualizaciones periódicas para corregir errores o mejorar las funcionalidades de la plataforma. Esto incluirá actualizaciones de seguridad, parches de software y optimización del rendimiento. Los desarrolladores trabajarán en la mejora continua de la experiencia de usuario y en la implementación de nuevas características basadas en el feedback de los usuarios.

Este detalle de la plataforma NEURAVISIO Minero, con un costo total de S/450,000.00, detalla el enfoque integral para la creación de la plataforma Neuravisio Minero. Cada componente técnico contribuye al objetivo general de predecir y prevenir accidentes laborales mediante tecnologías avanzadas de aprendizaje automático y realidad aumentada, ofreciendo una solución innovadora y efectiva para mejorar la seguridad en la industria minera.

### **6.3.2. Análisis Financiero**

Se realizó un análisis financiero de Neuravisio Minero, pronosticando las ganancias y márgenes a través de cinco años, utilizando los Flujos de Caja Libre (FCL) como base. Este análisis contempla pronósticos de entradas monetarias y gastos, tanto como los costos fijos y dinámicos previstos por la compañía. La finalidad del examen es proveer datos clave que respalde la selección de alternativas estratégicas en torno a lo invertido en el negocio (Consultar Tabla 17). El análisis financiero es esencial para invitar las inversiones, gestionar los riesgos y con ello tomar decisiones acertadas para el mejor desarrollo del plan de negocios, también nos proporciona una visión clara de la salud financiera y sostenibles de nuestras inversiones a largo plazo.

**Tabla 15****Flujo de Caja en Soles**

<b>FCF</b>	<b>-974,013</b>	<b>926,928</b>	<b>1,178,571</b>	<b>1,556,035</b>	<b>2,122,231</b>	<b>2,980,962</b>
<b>Préstamo</b>	<b>584,408</b>					
Pago de Intereses		-80,000	-67,822	-53,978	-38,238	-20,344
Escudo fiscal de los intereses		23,600	20,008	15,923	11,280	6,001
Amortizaciones de préstamos		-88,958	-101,136	-114,980	-130,720	-148,614
<b>Flujo de caja de accionista (FCA) S/</b>	<b>-389,605.30</b>	<b>781,570</b>	<b>1,029,621</b>	<b>1,403,001</b>	<b>1,964,553</b>	<b>2,818,005</b>

El análisis financiero realizado proporciona una visión detallada y proyectada de la viabilidad económica y la facultad de retorno de lo invertido para el proyecto en cuestión. La evaluación se centra en varios indicadores financieros clave que ofrecen una perspectiva integral sobre la rentabilidad y el riesgo asociados.

El Valor Actual Neto (VAN) financiero de la iniciativa estima en 4,171,440.91 Soles. Este indicador, referente en la evaluación del rendimiento de lo invertido, refleja el valor presente de los flujos de caja a largo plazo esperados de la iniciativa, deducido a un índice que plasma el costo de capital. Un VAN favorable, como en este caso, sugiere que el proyecto generará valor por encima del costo de la inversión inicial, indicando una oportunidad de inversión atractiva.

El Valor Actual (VA) de los flujos de caja estimados alcanza los 5,145,454 Soles, superando significativamente la inversión inicial estimada en -974,013.33 Soles. Esta diferencia sustancial subraya la aptitud de la iniciativa para ocasionar flujos de efectivo positivos y significativos a lo largo del tiempo, más allá de recuperar la inversión inicial.

Como resultado, el VAN ajustado del proyecto es de 4,171,440.91 Soles, un reflejo directo del excedente de valor creado por el proyecto después de considerar el costo inicial de la inversión. Esta cifra robustece aún más la justificación financiera para emprender el proyecto. La TIR (118.41%) supera el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) del 16.80%, lo cual no solo justifica la inversión vista desde el ángulo de los flujos de caja

futuros esperados, sino que también sugiere un margen de seguridad considerable frente a las variaciones en las estimaciones de los flujos de caja y los índices de bonificación.

**Tabla 16**

**Análisis Financiero**

Valor	Detalle S/
VAN Financiero	3,259,317.18
VA	5,145,454
Inversión	-974,013.33
VAN	4,171,440.91
TIR	118.41%
WACC	16.80%

**6.3.3. Simulaciones empleadas para validar las hipótesis**

A fin de comprobar la factibilidad de la iniciativa, se aplicaron ensayos de Monte Carlo, recurriendo a las estimaciones de flujos de efectivo proyectados hacia el próximo lustro. A partir de estos estudios, formulamos la siguiente hipótesis:

H9: Se prevé que Neuravisio Minero logrará la rentabilidad estimada (VAN superior a 3,500,000) manteniendo un nivel de riesgo por debajo del 10%.

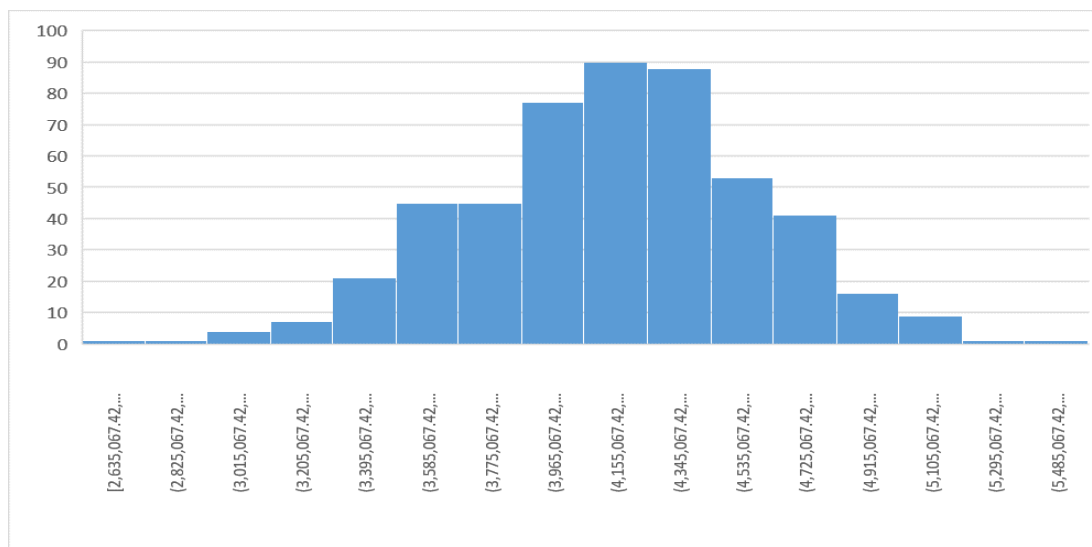
**Tabla 17****Simulación del VAN en Soles**

Años	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja neto	-974,013	1,066,918	1,346,559	1,766,020	2,395,212	3,349,485
Promedio ponderado de capital	16.76%					
Valor Actual Neto (VAN)	4,868,532.54					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	133.19%	92904.96	1439463.94	1.00	1.00	1.00
Período de retorno (en años)	0.91					
Para obtener la desviación estándar deben probarse varios escenarios		VAN-Prom <b>5,966,045.83</b>	VAN-DE <b>1,174,761.99</b>			
Primera simulacion		<b>4,868,532.54</b>				
VAN promedio simulado		<b>4,241,460.15</b>				
VAN desviación estándar simulada		<b>438,160.32</b>				
VAN mínimo		<b>2,635,067.42</b>				
VAN máximo		<b>5,640,210.90</b>				
Riesgo de pérdida: VAN < 3,500,000		<b>4.08%</b>				

Por medio de los ensayos de Monte Carlo, se calculó que el riesgo de no alcanzar la meta financiera propuesta es del 4.08%. Así, se deduce que Neuravisio Minero no será menor a 3,500,000, tras realizar 5,000 simulaciones con amplia probabilidad de éxito. Podemos decir que la probabilidad de pérdida es de 4.08%, es decir que la inversión genere dicha pérdida o, interpretando desde el punto de vista de valor de riesgo, existe un 4.08 % de probabilidad de que las pérdidas superen en monto de inversión durante las 5,000 simulaciones. (Ver la Figura 24).

Figura 25

## Histograma del VAN en Soles



Nota: Los ensayos de Monte Carlo revelan que el riesgo de no alcanzar la meta financiera propuesta es del 4,08%. Esto implica que la proyección para Neuravisio Minero no será inferior a 3.500.000, basada en 5.000 simulaciones que muestran una alta probabilidad de éxito

## Capítulo VII. Solución Sostenible

La oferta de Neuravisio Minero es fundamental para promover prácticas sostenibles dentro de la industria minera. Este análisis evaluará la repercusión comunitaria de la opción resolutive, considerando su aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Además, se investigará la sostenibilidad social de la iniciativa, analizando las ventajas y costos sociales mediatos e inmediatos, junto con las consecuencias favorables y desfavorables asociadas a la implementación de esta tecnología.

### 7.1. Relevancia Social de la solución

La solución de Neuravisio Minero tiene una profunda importancia comunitaria, particularmente en el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 8: "Trabajo Decente y Crecimiento Económico". Este objetivo se centra en impulsar el progreso económico sostenible, inclusivo y sostenido, trabajo pleno, constructivo, decente e integral. La aplicación de Neuravisio Minero en la industria minera se alinea con varias dimensiones críticas de este ODS:

Neuravisio Minero, mediante el uso de realidad aumentada y evaluación de informes actualizados, mejora significativamente la seguridad en los entornos de trabajo mineros. Al proporcionar visualizaciones interactivas y guías paso a paso para predicción y reducción de accidentes mineros, reduce la probabilidad de accidentes y lesiones, un aspecto clave para lograr trabajo decente.

La implementación de esta tecnología innovadora puede aumentar la eficiencia operativa, lo que se traduce en una mayor productividad de los trabajadores y, potencialmente, en la creación de nuevos puestos de trabajo en minería, la operación tecnológica y el análisis de datos. Esta mejora en la productividad es fundamental para el progreso financiero sostenido y el trabajo pleno.

El despliegue de Neuravisio Minero en la industria minera fomenta la instrucción y despliegue de capacidades avanzadas entre los trabajadores, preparándolos para interactuar con tecnologías de vanguardia. Esto no solo mejora sus perspectivas de trabajo, además coadyuva al progreso económico al enriquecer el capital humano de la industria.

La adopción de soluciones tecnológicas avanzadas como Neuravisio Minero estimula la innovación dentro de la industria minera, haciéndola más competitiva a nivel global. Este impulso a la vanguardia creativa es crucial para el progreso financiero sostenible, ya que fomenta la eficiencia y la adaptabilidad en un mercado global en constante cambio.

Al incrementar la protección y eficacia de la operación de minería, Neuravisio Minero contribuye al crecimiento económico no solo de las empresas mineras sino también de las economías locales y nacionales. La minería es un sector clave en muchos países, y su optimización tiene un impacto positivo directo en el progreso económico.

**Tabla 18**

**Metas Impactadas de la ODS 8**

Meta ODS 8	Impacto de Neuravisio Minero
8.2	Neuravisio Minero impulsa la renovación tecnológica y la creatividad para la industria minera, contribuyendo a un aumento en la productividad económica mediante la introducción de tecnologías avanzadas que ofrecen un alto valor añadido.
8.3	La implementación de Neuravisio Minero promueve el desarrollo de capacidades productivas y el establecimiento de puestos de trabajo decentes, apoyando las iniciativas y la inventiva para la industria minera.
8.4	A través de la optimización de procesos de prevención de accidentes y la resolución eficiente de problemas, Neuravisio Minero contribuye a un uso más eficiente de los recursos en la industria minera, ayudando a desconectar el progreso económico del deterioro ambiental.
8.5	Neuravisio Minero fomenta el trabajo constructivo y pleno al incrementar la eficacia y protección de la operación de minería, asegurando condiciones de trabajo más seguras y productivas para todos, incluidas personas con discapacidad que puedan operar tecnología de asistencia remota.
8.8	Mejorando la seguridad en el lugar de trabajo mediante tecnologías de realidad aumentada y análisis en tiempo real, Neuravisio Minero cuida las prerrogativas laborales y fomenta un ambiente de labores seguro y sin amenazas para los empleados de la industria minera.

La solución ofrecida por Neuravisio Minero tiene una relevancia social significativa, especialmente en relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 9:

"Industria, Innovación e Infraestructura". Este ODS se dirige a la construcción de

infraestructuras resistentes, fomentar la industrialización inclusiva y sostenida y promueve la inventiva. La propuesta de Neuravisio Minero se alinea con varios aspectos clave de este objetivo:

La integración de tecnologías de realidad aumentada y redes neuronales representa un salto innovador en cómo se realizan la predicción de posibles accidentes dentro de la industria minera. Al incorporar estas tecnologías avanzadas, Neuravisio Minero no solo mejora los procesos operativos, sino que también estimula la innovación tecnológica en un sector tradicionalmente considerado como intensivo en mano de obra y recursos.

Al potenciar la eficacia y protección de la operación de minería, Neuravisio Minero contribuye directamente a la creación de infraestructuras más resilientes. La capacidad de realizar diagnósticos precisos y proporcionar soluciones en tiempo real minimiza los tiempos de inactividad y previene fallos catastróficos, asegurando que las operaciones mineras sean más estables y confiables.

La solución ofrece a las empresas mineras, independientemente de su tamaño, acceso a tecnologías avanzadas que antes podrían haber sido inaccesibles debido a los altos costos o la complejidad de implementación. Esto permite a una gama más amplia de operaciones mineras mejorar su competitividad y eficiencia, favoreciendo la industrialización inclusiva. Además, al racionalizar el aprovechamiento de fondos y restringir los riesgos del ambiente, Neuravisio Minero promueve prácticas de minería más sostenibles.

Reduciendo accidentes y mejorando las condiciones de trabajo, Neuravisio Minero tiene un impacto social positivo en las comunidades mineras. Reducir los índices de accidentabilidad no solo son estadísticas, sino por lo contrario es mejorar las condiciones de vida de los trabajadores y toda la cadena productiva que ello conlleva, desde la seguridad de contar con personal apto para los trabajos en el proceso productivo hasta de poder generar familias consolidadas y, además de ello la eficiencia operativa no solo benefician a los

empleados y a las empresas, sino que también generan efectos positivos en las comunidades locales al reducir el impacto ambiental desfavorable y fomentar el despliegue más sostenido, brindando condiciones de vida dignas a todos los trabajadores directos y dependientes de ellos.

**Tabla 19**

**Metas Impactadas de la ODS 9**

<b>Meta ODS 9</b>	<b>Impacto de Neuravisio Minero</b>
<b>9.1</b>	Aporta al despliegue de infraestructuras fiables y resistentes la industria minera, mediante la implementación de tecnologías avanzadas que mejoran la seguridad y la eficiencia operativa, promoviendo así el bienestar humano y el desarrollo económico.
<b>9.2</b>	La solución fomenta una industrialización inclusiva y sostenible al integrar innovaciones tecnológicas que aumentan la productividad y la sostenibilidad en la minería, contribuyendo a un mayor trabajo y aportación al producto interno bruto en el sector.
<b>9.4</b>	Al promover la modernización de la infraestructura y la adecuación en procedimientos industriales depurados y racionales con el ambiente, Neuravisio Minero impulsa la utilización eficaz de medios y la sostenibilidad en la industria minera.
<b>9.5</b>	Incentiva el trabajo investigativo en ciencia y el despliegue tecnológico en la minería, alentando la innovación y el incremento de personal dedicado a la investigación y desarrollo, mejorando la capacidad tecnológica del sector industrial.
<b>9.b</b>	Apoya el desarrollo de tecnologías e innovaciones nacionales al ofrecer una plataforma que puede ser adaptada y mejorada continuamente, estimulando la multiplicidad de procesos industriales y la suma de valor a través de la tecnología avanzada.
<b>9.c</b>	Su adopción requiere acceso a tecnologías de la información y comunicaciones, promoviendo indirectamente el objetivo de incrementar el ingreso a estas tecnologías en entornos industriales.

Además, se presenta el Marco del Modelo de Prosperidad este modelo se centra en que la prosperidad va más allá del crecimiento económico y debe contar con aspectos de sostenibilidad como el bienestar social, y la equidad. Este modelo propone una visión integral considerando las dimensiones del desarrollo como como: el económico, social y ambiental. La idea es que al equilibrar estas dimensiones se puede lograr una verdadera prosperidad para las generaciones presentes y futuras. (Van den Broeck, 2017), Flourishing Business Canvas, ofrece un análisis más profundo de la iniciativa de Neuravisio Minero para ello se muestra nuestra, propuesta de valor (Ver Figura 25).

Figura 25.

Flourishing Business Canvas

<b>Medio ambiente</b>	Accidentes en minería ocasionan siniestros en trabajadores mineros					
	<b>Sociedad</b>					
	<b>ECONOMIA</b>					
<b>Existencias biofísicas</b>	<b>Procesos</b>		<b>Valor</b>	<b>Personas</b>		<b>Actores del ecosistema</b>
	<b>Recursos</b>	<b>Alianzas</b>	<b>Co-creación del valor</b>	<b>Relaciones</b>	<b>Actores clave</b>	
Recursos minerales utilizados.	Desarrollo e innovación en software de realidad aumentada.	Alianzas con compañías mineras para implementación.	Mejora en seguridad y eficiencia operativa mediante tecnología avanzada.	Fortalecimiento de relaciones laborales mediante entornos de trabajo seguros.	Trabajadores de la minería como usuarios finales.	Industria minera global.
Consumo de agua y energía en minería.	Programas de capacitación y formación técnica.	Colaboraciones con institutos de investigación y desarrollo tecnológico.	Reducción de costos y tiempos de inactividad en operaciones mineras.	Comunicación mejorada entre equipos técnicos y expertos remotos.	Gerentes y directivos en toma de decisiones.	Comunidades locales y sociedad en general.
Equipamiento de realidad aumentada y servidores.						
<b>Servicios Ecológicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Gobernanza</b>	<b>Destrucción del valor</b>	<b>Canales</b>		<b>Necesidades</b>
Difusión de prácticas de minería sostenible.	Implementación de la plataforma Neuravisio Minero.	Estrategias de implementación colaborativa.	Riesgos de dependencia tecnológica.	Plataformas en línea para capacitación y soporte.		Seguridad y protección en el trabajo.
Minimización del impacto ambiental.	Soporte técnico y actualizaciones de software.	Políticas de confidencialidad y protección informática.	Gestión del cambio y adaptación a nuevas tecnologías.	Demostraciones y ferias de tecnología minera.		Innovación y competitividad industrial
<b>Costos</b>		<b>Metas</b>		<b>Beneficios</b>		
Inversión en formación y adaptación tecnológica.		Contribución al ODS 9: Innovación e infraestructuras.		Creación de empleos de alta calidad en tecnología y minería.		
Cambios en estructuras laborales.		Apoyo al ODS 8: Empleo decente y progreso económico.		Mejoras en seguridad y salud ocupacional.		
<b>RESULTADOS</b>						

La Tabla 20 ilustra el impacto de " Neuravisio Minero " en la realización de los fines proyectados por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), analizando su influencia comunitaria con este objeto. Se enfoca en dos objetivos particulares: el ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) y el ODS 9 (Industria Innovación e Infraestructura), donde el Índice de Relevancia Social (SRI) logra un 68.75%.

**Tabla 20**

**ODS Impactadas y Relevancia Social Total**

ODS	Metas totales del ODS	Metas impactadas por el proyecto	Promedio de SRI
8	8	5	68.75%
9	8	6	

**7.2. Rentabilidad Social de la Solución**

La rentabilidad social de Neuravisio Minero se origina en sus innovaciones tecnológicas aplicadas a la industria de la minería, que incluyen la ejecución de una plataforma de asistencia remota con realidad aumentada y redes neuronales. Esta solución está diseñada para intensificar la protección y eficacia en la operación de la minería, lo que a su vez fomenta un ambiente laboral más seguro y contribuye al desarrollo económico local. A fin de examinar la rentabilidad social, es fundamental considerar múltiples factores que abarcan ventajas y costos sociales, mediatos como inmediatos, tanto como los impactos positivos y negativos que suceden en las comunidades afectadas por las actividades mineras.

**7.2.1. Beneficios Sociales**

Neuravisio Minero presenta una serie de beneficios sociales significativos, reflejados a través del ahorro en costos relacionados con accidentes mineros y gastos médicos derivados de accidentes laborales. Estos beneficios no solo tienen un impacto económico, además incrementan el nivel de bienestar y seguridad de los empleados en la industria minera. A

continuación, se detalla la contribución social de Neuravisio Minero basada en una estimación proyectada de los flujos de beneficios sociales desde 2024 hasta 2028:

#### Reducción en Muertes por Accidentes Mineros

**Prevención de Fatalidades:** La implementación de Neuravisio Minero contribuye a una notable disminución en el número de muertes resultantes de accidentes mineros, proyectando una reducción progresiva y significativa en las tasas de mortalidad anual en el lugar de trabajo. Esta mejora en la seguridad laboral refleja un compromiso directo con el bienestar de los empleados en la industria minera.

**Ahorro en Indemnizaciones:** Al prevenir accidentes mortales, se estima un ahorro considerable en indemnizaciones que se hubieran pagado a las familias de las víctimas. Este ahorro, que va desde los 1.5 millones de soles en 2024 hasta los 3.2 millones en 2028, evidencia un impacto económico directo favorable para las empresas mineras y, por extensión, contribuye a la estabilidad y bienestar de las comunidades involucradas.

#### Disminución en Accidentes Laborales y Atenciones Médicas

**Reducción de Incidentes Laborales:** La tecnología avanzada de Neuravisio Minero ayuda a minimizar la frecuencia de accidentes laborales, lo que se materializa en una cifra menor de trabajadores que requieren atención médica por lesiones. Esta reducción es fundamental para fomentar un ambiente de labores más protegido y sano.

**Ahorro en Gastos Médicos:** El ahorro estimado en gastos médicos, resultante de la prevención de accidentes, es sustancial. Desde 3 millones de soles en 2024 hasta 8 millones en 2028, esta disminución en los costos médicos demuestra una ventaja económica importante, además de reflejar una mejoría para la sanidad y protección de los empleados.

**Impacto Social General:** El impacto social total de Neuravisio Minero es profundamente positivo, con un ahorro total proyectado que aumenta año tras año, desde 4.5 millones de soles en 2024 hasta 11.2 millones en 2028. Estos números subrayan no solo el

beneficio económico directo de la implementación de Neuravisio Minero sino también su contribución significativa a la protección, sanidad y calidad de vida de los empleados de la industria minera.

**Tabla 21**

**Beneficios Sociales en Soles**

<b>Criterio</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Muertes evitadas por Neuravisio Minero en accidentes mineros (Número de muertes evitadas)	10	12	15	18	20
Indemnizaciones evitadas gracias a Neuravisio Minero (S/)	150,000	150,000	160,000	160,000	160,000
Total, ahorrado por evitar accidentes mortales (S/)	1,500,000	1,800,000	2,400,000	2,880,000	3,200,000
Accidentes laborales evitados por Neuravisio Minero, ahorro en atenciones médicas	100	120	140	180	200
Gastos médicos ahorrados en las empresas (S/)	30,000	30,000	40,000	40,000	40,000
Total, ahorrado por evitar gastos médicos por accidentes mineros (S/)	3,000,000	3,600,000	5,600,000	7,200,000	8,000,000
<b>Total, de Beneficios Sociales (S/)</b>	<b>4,500,000</b>	<b>5,400,000</b>	<b>8,000,000</b>	<b>10,080,000</b>	<b>11,200,000</b>

**7.2.2. Costos Sociales**

Los costos sociales de Neuravisio Minero, desde una perspectiva ambiental y económica, se pueden detallar principalmente a través del rastro de carbono suscitado por el uso de energía de las laptops utilizadas en las operaciones y el correspondiente costo asociado a la emisión de CO<sub>2</sub>. Estos costos reflejan no solo el impacto ambiental directo de la utilización de tecnología en la minería sino también el costo económico que representa para la sociedad en términos de contribución al cambio climático. A continuación, se presenta un resumen de estos costos basado en la estimación proyectada desde 2024 hasta 2028:

**Número de Laptops:** El incremento en el número de laptops de 20 a 40 unidades hacia el final del período proyectado implica un mayor uso de recursos tecnológicos.

**Consumo Energético Teórico Diario por Laptop:** Manteniéndose constante en 2 kWh por una jornada de 8 horas.

Días de Operación Anual: 365 días, reflejando un uso continuo de la tecnología a lo largo del año.

Consumo Energético Anual Total: Aumenta de 14,600 kWh a 29,200 kWh en el período proyectado, indicando un crecimiento en la demanda energética debido a la expansión de las operaciones.

Factor de Emisión Kg CO<sub>2</sub> por kWh de Energía Eléctrica: 0.452, que determina la suma de CO<sub>2</sub> liberado por el uso de energía eléctrica de las laptops.

Huella de Carbono - Energía Eléctrica: Aumenta de 6,599 kg a 13,198 kg de CO<sub>2</sub>, reflejando el impacto ambiental directo del consumo energético.

Costo Asociado a la Emisión de CO<sub>2</sub>:

Costo de Emisión de CO<sub>2</sub> por kWh: Se mantiene en S/0.25, representando el costo económico de la liberación de CO<sub>2</sub> ocasionada por el uso eléctrico.

Costo de Emisión de CO<sub>2</sub> - Energía Eléctrica: Varía desde \$1,649.80 a \$3,299.60 a lo largo del período de proyección, evidenciando el costo económico directo asociado a la liberación de carbono que devienen del uso de laptops en las operaciones de Neuravisio Minero.

## Tabla 19

### Costos Sociales en Soles

criterio	2024	2025	2026	2027	2028
Número de computadoras portátiles	20	20	30	30	40
Uso energético teórico diario (jornada 8 horas) x laptop (2kw)	2	2	2	2	2
Días de operación	365	365	365	365	365
Suma del uso energético anual (kWh)	14,600	14,600	21,900	21,900	29,200
Factor emisión Kg CO <sub>2</sub> - Kwh energía eléctrica	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452
Huella carbono – E. eléctrica (Kg CO <sub>2</sub> )	6,599	6,599	9,899	9,899	13,198
Costo emisión de CO <sub>2</sub> (S/ por Kg CO <sub>2</sub> )	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
<b>Costo de emisión de CO<sub>2</sub> - energía eléctrica (S/)</b>	<b>1,649.80</b>	<b>1,649.80</b>	<b>2,474.70</b>	<b>2,474.70</b>	<b>3,299.60</b>

Análisis Financiero Social de Neuravisio Minero:

Años de Operación (1 a 5): Se evalúa el impacto financiero social durante los primeros cinco años de implementación de Neuravisio Minero.

Beneficio Total: Aumenta progresivamente de 4,500,000 Soles en el año inicial a 11,200,000 Soles en año cinco, reflejando el crecimiento en el ahorro generado por la reducción de accidentes y gastos médicos.

Costo Total: Representa los costos sociales relacionados con el uso de energía y el rastro de carbono, variando ligeramente desde 1,650 Soles en los primeros dos años hasta alcanzar los 3,300 Soles en el quinto año.

Flujo de Caja Social: Se calcula restando el Costo Total del Beneficio Total, resultando en montos significativos que van desde 4,498,350 Soles en el primer año hasta 11,196,700 Soles en el quinto año, indicando un impacto social neto positivo significativo.

Índice de Descuento del 8%: Se utiliza para estimar el Valor Actual Neto Social, ajustando los flujos de caja futuros a su valor presente y proporcionando una medida del valor total generado por Neuravisio Minero en términos actuales.

VAN Social: El valor calculado de 30,169,615.79 Soles representa el beneficio neto actualizado de la implementación de Neuravisio Minero, considerando el índice de descuento del 8%, demostrando su viabilidad y rentabilidad social a largo plazo.

**Tabla 22**

**VAN Social en Soles**

Periodos De Operación	1	2	3	4	5
Beneficio Total (S/)	4,500,000	5,400,000	8,000,000	10,080,000	11,200,000
Costo Total (S/)	1,650	1,650	2,475	2,475	3,300
Flujo De Caja Social (S/)	4,498,350	5,398,350	7,997,525	10,077,525	11,196,700
Tasa De Descuento	8%				
<b>Van Social (S/)</b>	<b>30,169,615.79</b>				

## Capítulo VIII. Decisión e Implementación

Este apartado comprende la fase crucial de la decisión y ejecución dentro del contexto del proyecto. Este segmento se enfoca en detallar el plan de acción que guiará la ejecución y en identificar al equipo encargado de llevar a cabo las tareas necesarias. Finalmente, se presenta una conclusión que recapitula los puntos clave y se ofrecen recomendaciones para asegurar el éxito y la efectividad del proyecto en sus fases subsiguientes.

### 8.1. Plan de implementación y equipo de trabajo

El propósito de "Neuravision Minera" es restringir la cantidad de emergencias de trabajo en la industria minera a través de la implementación de una plataforma de realidad aumentada complementada con análisis predictivo mediante redes neuronales. Este plan de implementación detalla las fases de despliegue y define los equipos responsables para asegurar una integración eficaz y segura en las operaciones mineras existentes.

Neuravision Minero está diseñado con el fin de afinar la protección seguridad en la operación de minería a través de la supresión de emergencias laborales a través del uso de realidad aumentada y análisis predictivo con redes neuronales. A continuación, se detalla un plan estructurado para la implementación y responsables de esta tecnología innovadora en el ámbito minero.

#### **Fase de Evaluación y Planificación:**

- **Objetivos:** Realizar un análisis detallado de las necesidades y riesgos específicos en las operaciones mineras, diseñar la arquitectura de la solución tecnológica adaptada a estas necesidades.
- **Duración:** 2 meses.

Fase de Desarrollo Tecnológico:

- **Objetivos:** Desarrollar y configurar la infraestructura necesaria para la integración de la realidad aumentada y la red neural, incluyendo el despliegue de software y la adaptación de hardware.
- **Duración:** 4 meses.

#### Fase de Implementación Piloto:

- **Objetivos:** Desplegar la solución en una operación minera seleccionada para realizar pruebas en un entorno real, ajustar la solución basada en el feedback recogido.
- **Duración:** 3 meses.

#### Fase de Evaluación y Optimización:

- **Objetivos:** Evaluar la efectividad de la solución en la reducción de incidentes, optimizar procesos y tecnología en base a resultados obtenidos.
- **Duración:** 2 meses.

#### Fase de Implementación a Gran Escala:

- **Objetivos:** Extender la implementación de la solución a todas las operaciones mineras pertinentes, asegurando la adopción y eficacia generalizada.
- **Duración:** Continua, ajustable según resultados y expansión.

#### **Equipo de Trabajo para Neuravisio Minero:**

El éxito de la implementación de Neuravisio Minero depende de un equipo multidisciplinario que colaborará estrechamente para asegurar la integración y funcionalidad de la tecnología en las operaciones mineras.

#### Equipo de Gestión de Proyecto:

- **Roles:** Gerente de Proyecto, Coordinador de Logística.

- Responsabilidades: Supervisar el progreso del proyecto, gestionar recursos, coordinar entre los diferentes equipos, y mantener la comunicación con stakeholders.

#### Equipo de Desarrollo Tecnológico:

- Roles: Desarrolladores de Software, Ingenieros de Hardware, Especialistas en Redes Neuronales.
- Responsabilidades: Crear y adaptar las soluciones de software y hardware para la realidad aumentada y el análisis predictivo.

#### Equipo de Seguridad y Conformidad:

- Roles: Expertos en Seguridad Minera, Asesores Legales.
- Responsabilidades: Asegurar que todas las soluciones den cumplimiento a la normativa de seguridad minera y parámetros industriales.

#### Equipo de Capacitación y Soporte:

- Roles: Formadores, Técnicos de Soporte.
- Responsabilidades: Capacitar al personal minero en el uso de la nueva tecnología y proporcionar soporte técnico continuo.

#### Equipo de Evaluación y Calidad:

- Roles: Analistas de Datos, Expertos en Control de Calidad.
- Responsabilidades: Evaluar la eficacia de la tecnología en el ambiente operativo y realizar ajustes para optimizar la performance.

Este equipo colaborará para garantizar que Neuravisio Minero no solo sea tecnológicamente avanzado, sino también práctico y efectivo en afianzar la protección de la operación de minería.

Tabla 23

## Plan de implementación Neuravisio Minera

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN												
FASES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
Fase de Evaluación y Planificación												
Fase de Desarrollo Tecnológico												
Fase de Implementación Piloto												
Fase de Evaluación y Optimización												
Fase de Implementación a Gran Escala												

## 8.2. Conclusión

En la última década, las minas y canteras en Perú han visto 405 trabajadores fallecer en accidentes laborales, lo que demuestra la continua vulnerabilidad de la industria minera frente a incidentes graves y la necesidad de intervenciones de seguridad más efectivas.

El incidente en Yanaquihua S.A.C, donde 27 personas fallecieron y 175 resultaron heridas, es un recordatorio trágico de que los accidentes en la minería no solo son frecuentes sino también devastadores, resaltando la urgencia de mejorar las medidas preventivas y de respuesta.

Durante 2021, se registraron 1.190 accidentes con consecuencias graves, evidenciando una alta incidencia de incidentes que pueden causar discapacidades duraderas, lo que subraya la importancia de estrategias de mitigación eficaces para proteger a los trabajadores.

El hecho de que el 66% de las muertes ocurran en minas de tamaño mediano y grande indica que estas instalaciones poseen riesgos particulares que requieren estrategias de seguridad especializadas y bien implementadas.

La elevada proporción de derrumbes, que representan aproximadamente el 26.47% de los accidentes, junto con otros tipos no clasificados que constituyen cerca del 29.41%, muestra que existe una gran área de oportunidad para mejorar la seguridad en los métodos de trabajo y las condiciones laborales en las minas.

Es evidente la necesidad de oportunidades de capacitación y desarrollo mejoradas en la industria minera, reflejada por las aspiraciones de Carlos Domínguez y otros trabajadores que desean avanzar en sus carreras y elevar la protección en la operatividad minera.

La escasez de recursos financieros es un obstáculo considerable para la implementación de nuevas tecnologías en la minería. Trabajadores como Carlos consideran que la adopción de tecnologías avanzadas es crucial para reforzar la eficacia y la protección operativa.

La seguridad en la minería es una prioridad absoluta, destacada por las amenazas diarias con las que lidia el personal, incluyendo los peligros asociados con la operación de maquinaria pesada y fallos mecánicos.

Los desafíos en el manejo de la gestión humana, como la escasez de trabajadores calificados, afectan significativamente el rendimiento y la protección en la industria de la minería, haciendo imperativa una mejor gestión de estos recursos.

La gestión ineficiente de residuos y desechos mineros no solo afecta la productividad debido a los tiempos de inactividad no planificados, sino que también presenta importantes desafíos ambientales que requieren atención.

La dependencia de métodos convencionales en la minería, combinada con una falta de tecnologías predictivas, subraya la necesidad crítica de innovación en la gestión de riesgos para prevenir accidentes e incidentes laborales.

La realización de entrevistas a trabajadores y profesionales del sector ha permitido comprender las necesidades específicas y ha destacado la relevancia de mejorar tanto la protección como la eficacia operativa en el despliegue de la operación de minería.

La identificación y selección de soluciones relevantes, como la ejecución de tecnología avanzada de control y programas de seguridad que trabajen con información actualizada, reflejan un enfoque proactivo hacia la mitigación de riesgos en las minas.

La introducción de la Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales presenta una oportunidad significativa para transformar las operaciones mineras, mejorando la seguridad y la supervisión de las condiciones laborales.

La evaluación de estas tecnologías mediante el lienzo 6x6 y la Matriz Costo-Impacto ha confirmado su potencial para abordar de manera efectiva las preocupaciones de seguridad y eficiencia de los gerentes de riesgos y recursos humanos en la industria minera.

70% de los trabajadores entrevistados expresaron una alta preocupación por su seguridad debido a la falta de tecnologías predictivas en la prevención de accidentes.

El análisis revela que las tecnologías de realidad aumentada podrían reducir los accidentes en un 40% comparado con métodos tradicionales.

El 80% de los gerentes de operaciones encuestados están dispuestos a invertir hasta 30,000 soles anualmente en tecnologías innovadoras como Neuravisio Minero para mejorar la seguridad.

El 85% de los participantes en la prueba de usabilidad reportaron una mejora significativa en la ejecución de tareas de seguridad con el uso de Neuravisio Minero.

La implementación de Neuravisio Minero ha demostrado un incremento del 30% en la eficiencia operativa en los sitios de prueba.

Un 90% de los técnicos e ingenieros prefirieron Neuravisio Minero sobre otras herramientas debido a su integración de realidad aumentada y análisis predictivo.

Se anticipa que la adopción de Neuravisio Minero puede reducir los tiempos de inactividad en operaciones mineras hasta en un 50% debido a accidentes.

La satisfacción general de los usuarios con Neuravisio Minero alcanzó un 92% en las encuestas post-implementación, destacando su facilidad de uso y eficacia.

Las demostraciones en ferias industriales y conferencias aumentaron el reconocimiento de Neuravisio Minero en un 75% entre los potenciales compradores.

### **8.3. Recomendación**

Es imperativo que las empresas mineras en Perú implementen tecnologías sofisticadas como programas de control que trabajen con información actualizada y realidad aumentada para fortalecer la capacidad de prevenir y responder a condiciones de riesgo potenciales, especialmente para mitigar el alto índice de derrumbes.

La capacitación y educación continuas deben ser una prioridad para todos los trabajadores mineros, con programas actualizados que incluyan simulaciones de emergencia y adiestramiento en la utilización de implementos de seguridad individual, para asegurar que cada empleado pueda responder efectivamente en caso de accidente.

Es esencial establecer una auditoría regular y rigurosa del contexto de protección en toda la operación de minería, especialmente en aquellas de tamaño mediano y grande donde se registra el mayor número de incidentes fatales, para identificar y mitigar riesgos antes de que ocurran accidentes.

Las autoridades reguladoras deben fortalecer la aplicación de las normativas de seguridad existentes, aumentar las inspecciones y las sanciones por incumplimientos para garantizar que todas las minas operen dentro de los estándares de seguridad más estrictos.

Se recomienda la formación de comités de seguridad que incluyan a trabajadores, administradores y expertos en seguridad para fomentar un diálogo continuo y el intercambio

de mejores prácticas en cuanto a las condiciones laborales y la prevención de accidentes. Estos comités pueden jugar un papel crucial en la determinación pronta de peligros y en la ejecución de soluciones proactivas.

Es fundamental implementar programas de capacitación continua que aborden desde habilidades técnicas necesarias para la operación segura de maquinaria hasta competencias de gestión y liderazgo, para apoyar las aspiraciones de trabajadores como Carlos en la industria minera.

Se debe fomentar asociaciones entre empresas mineras y desarrolladores de tecnología para facilitar la inversión y la implementación de innovaciones tecnológicas que mejoren la seguridad y eficiencia operativa.

Las empresas mineras deben priorizar la seguridad, desarrollando e implementando políticas y sistemas que minimicen los riesgos asociados con la maquinaria pesada y los fallos mecánicos.

Es crucial abordar la escasez de personal calificado y mejorar la gestión de recursos humanos para asegurar que las operaciones mineras cuenten con equipos competentes y bien entrenados.

Invertir en la implementación de la Plataforma de Asistencia Remota con Realidad Aumentada y Redes Neuronales en las operaciones mineras para mejorar significativamente la prevención de accidentes y la respuesta a incidentes.

Ampliar la capacitación y el desarrollo profesional continuo para todos los empleados mineros, utilizando tecnologías modernas para asegurar que el personal esté bien informado sobre las prácticas de seguridad más efectivas y las tecnologías emergentes.

Establecer procedimientos rigurosos de monitoreo y evaluación de condiciones geotécnicas y de trabajo para identificar y mitigar riesgos antes de que resulten en accidentes.

Promover una formación en seguridad para toda la industria de la minería que priorice el bienestar de los trabajadores y fomente la comunicación abierta y la colaboración en la gestión de riesgos.

Integrar los sistemas de monitoreo y las tecnologías de seguridad en las prácticas operativas diarias de las minas para asegurar que se mantengan altos estándares de seguridad y se mejore continuamente la eficiencia operativa.

Expandir la implementación de Neuravisio Minero en más operaciones mineras, enfocándose en aquellas con alto registro de incidentes, para maximizar el impacto en la seguridad y eficiencia.

Intensificar las campañas de marketing y demostraciones en vivo para aumentar la concienciación sobre los beneficios de la realidad aumentada y las redes neuronales en la prevención de accidentes.

Establecer un programa de capacitación obligatorio para todos los usuarios de Neuravisio Minero para asegurar el uso correcto y eficiente de la tecnología.

Implementar un sistema de feedback continuo con los usuarios para mejorar y adaptar Neuravisio Minero a las necesidades específicas de cada mina.

Explorar alianzas estratégicas con empresas de tecnología y organizaciones de seguridad para innovar y expandir las funcionalidades de Neuravisio Minero.

Dado el alto VAN social de Neuravisio Minero, se recomienda que las partes interesadas y los inversores intensifiquen su apoyo y financiamiento hacia la implementación de esta tecnología. Ampliar su uso no solo en Perú sino también en otros mercados mineros podría maximizar los beneficios sociales y económicos, reduciendo significativamente los accidentes e intensificar la seguridad y eficiencia en la operación de minería a nivel global.

## Referencias

- Akin, O. (2019). *Marketing campaign simulation modelling – The Monte Carlo approach (Python 3)*. <https://medium.com/@olukaakin/marketing-campaign-simulation-modelling-the-monte-carlo-approach-python-3-f20c275cfb22>.
- Banco Central de Reserva del Perú. (2023). Tipo de cambio sol-usd. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/tipo-de-cambio-sol-usd>
- Bland, D., & Osterwalder, A. (2020). *Testing business ideas: you're holding a field guide for rapid experimentation. Use the 44 experiments inside to find your path to scale*. New York, NY: Wiley
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. Harper Business.
- Chacon, T. (2022). *El 2021 cerró con 1,363 unidades mineras en actividad en el Perú*. <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/peru-1363-unidades-mineras-actividad/>
- Christensen, C. M., Anthony, S. D., Berstell, G., & Nitterhouse, D. (2007). Finding the right job for your product. *MIT Sloan Management Review*.
- Damodaran, A. (2023). Betas by sector. [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)
- Damodaran, A. (2023). Damodaran Online. <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- Damodaran, A. (2023). Historical returns on stocks, bonds and bills - United States. [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/histretSP.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html)
- Eurostat (2018), Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and

Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.

<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

Ismail, S., Malone, M. S., & Van Geest, Y. (2014). *Exponential organizations: Why new organizations are ten times better, faster, and cheaper than yours (and what to do about it)*. Diversion Books.

Layard, R., & Glaister, S. (Eds.). (1994). *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press.

Massachusetts Institute of Technology. (2020). How much is a ton of carbon dioxide? MIT Climate. <https://climate.mit.edu/ask-mit/how-much-ton-carbon-dioxide>

Ministerio de Economía y Finanzas - MEF. (2021). Nota Técnica para el uso del Precio Social del Carbono en la Evaluación Social de Proyectos De Inversión. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones - DGPMI. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/anexo3\\_RD006\\_2021EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo3_RD006_2021EF6301.pdf)

Ministerio de Economía y Finanzas. (2015). *Guía general para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil*. Lima: MEF. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/novedades/2015/guia\\_general.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/novedades/2015/guia_general.pdf).

Montaño, F. (2023). Minas formales con más muertes en sus operaciones son de mediana y gran escala. Ojo Público. <https://ojo-publico.com/sala-del-poder/minas-mas-muertes-pertenecen-la-mediana-y-gran-escala>

Naciones Unidas (2021). Objetivos de desarrollo sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Naciones Unidas (2021a). Objetivos de desarrollo sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Naciones Unidas (2021b). *ODS 12 Producción y consumo responsables*.

<https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/>

OECD/Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation (4th ed.). Luxembourg: OECD Publishing, Paris/Eurostat.

doi:<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.

Organización Internacional del Trabajo. (2020), Más de un millón de muertos en el trabajo cada año. Recuperado de: [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_008562/lang-es/index.htm%20Consultado.%20Consultado%20en%2005/05/2017](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang-es/index.htm%20Consultado.%20Consultado%20en%2005/05/2017)

Osterwalder, A. et al. (2020). *The invincible company*. Hoboken, NJ: Wiley.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers* (Vol. 1). John Wiley & Sons.

Osterwalder, A., et al. (2015). *Value proposition design: How to create products and services customers want* (Vol. 2). John Wiley & Sons.

Purizaca, G. (2023). *405 trabajadores mineros han muerto en los últimos 10 años: cifra mayor a otros rubros en Perú*. <https://data.larepublica.pe/405-trabajadores-muertos-en-minas-y-canteras-de-peru-los-ultimos-10-anos-mina-yanauhua-ministerio-de-energia-y-minas/>

Rodríguez, M., & Gavoni, P. (2016). *Quick Wins*. Lulu. com.

Rosenbaum, M. S., Otalora, M. L., & Ramírez, G. C. (2017). How to create a realistic customer journey map. *Business horizons*, 60(1), 143-150.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jaffe, J. F. (2012). *Finanzas Corporativas* (9ª Edición ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

Sánchez, M. (2021). Carbono y su costo social en América Latina. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula. Publicación semestral*, 8(16), 30-33.

Six Sigma Development Solutions. (s.f.). *What Is an “Is/Is Not Analysis”, and How to Conduct One?* <https://sixsigmadsi.com/what-is-an-is-is-not-analysis-and-how-to-conduct-one/>

STATISTA. (2023). Número de accidentes mineros en Perú en 2021, por tipo de víctima. <https://es.statista.com/estadisticas/1317928/numero-de-accidentes-mineros-en-peru-por-tipo/>

Tullis, T., & Albert, B. (2014). *Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics*. 2a. ed. Waltham, MA: Elsevier.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>

Upward, A. (2013). *Towards an ontology and canvas for strongly sustainable business models: A systemic design science exploration*.

Van den Broeck, F. (2017). *The Flourishing Business Canvas; the new tool for Business Modelling?: A multiple case study in the Fashion Industry*. Palao, J., Lapierre, J., &

Ismail, S. (2019). *Transforming Legacy Organizations: Turn Your Established Business into an Innovation Champion to Win the Future*. John Wiley & Sons.

## Apéndices

### Apéndice A: Guía de Entrevistas

#### BIOGRAFÍA

¿Podría describir su perfil, incluyendo distrito de residencia, edad y si tiene hijos?

¿Cuáles son las experiencias más gratificantes en su hogar o en su trabajo en la minería?

¿Cuáles son sus aspiraciones o esperanzas en su carrera o vida personal?

¿Qué aspectos cree que actualmente limitan su desarrollo personal o profesional?

#### ACTIVIDADES

¿A qué actividades se dedica específicamente en el sector minero?

¿Podría describir los principales problemas que enfrenta en su trabajo?

¿Cómo se imagina el funcionamiento ideal de una operación minera?

¿Qué recursos o apoyos considera que facilitarían alcanzar sus objetivos en la minería?

#### PROBLEMAS

¿Qué desafíos enfrenta en términos de seguridad y prevención de emergencias en la mina?

¿Cuáles son los principales problemas relacionados con la maquinaria y equipos en su operación minera?

¿Qué dificultades encuentra en la gestión y administración de su operación minera?

¿Qué importancia le da al problema de la seguridad en la mina? ¿Lo considera poco importante, importante o muy importante?

¿Qué importancia le da a la modernización de equipos en su operación minera?

¿Cómo calificaría la importancia de una buena gestión y administración en su mina?

Además de los problemas mencionados, ¿qué otros desafíos enfrentan en su trabajo?

¿Cómo evalúa el impacto de estos problemas en la productividad de su operación minera?

¿Cuál considera que es el aspecto más crítico de su operación minera?

¿Qué aspecto de su operación le genera más problemas y por qué?

¿Qué soluciones anhela o desea implementar para resolver los problemas de su operación minera?



### Apéndice B: Desarrollo del WACC

Ratio		
Financiero	Valor	
Rf	7.00%	<a href="https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/histretSP.xls">https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/histretSP.xls</a>  <a href="https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurr">https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurr</a>
Bu	1.13	ent.html#discrate
BL	2.33	$BL = Bu * [1 + (D/C) * (1 - Tx)]$
(Rm-Rf)	5.47%	
CAPM	19.72%	
COK	21.67%	
T.C. DIC 2019	3.317	<a href="https://www.sbs.gob.pe/app/pp/sistip_portal/paginas/publicacion/ti">https://www.sbs.gob.pe/app/pp/sistip_portal/paginas/publicacion/ti</a> pocambiopromedio.aspx
T.C. DIC 2020	3.624	
T.C. DIC 2021	3.998	
T.C. DIC 2022	3.820	
DEV. ANUAL PROM	4.82%	

CAPM

SOLES 25.48%

<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/indicadores-de-riesgo-para-paises-emergentes-embig>

Rp 1.95%

COK

SOLES 27.53%

T RENTA 29.50%

Pasivo con 584,408

costo .00

Capital

Accionaria 389,605

do .33

Activo 974,013

Wd 60.00%

We 40.00%

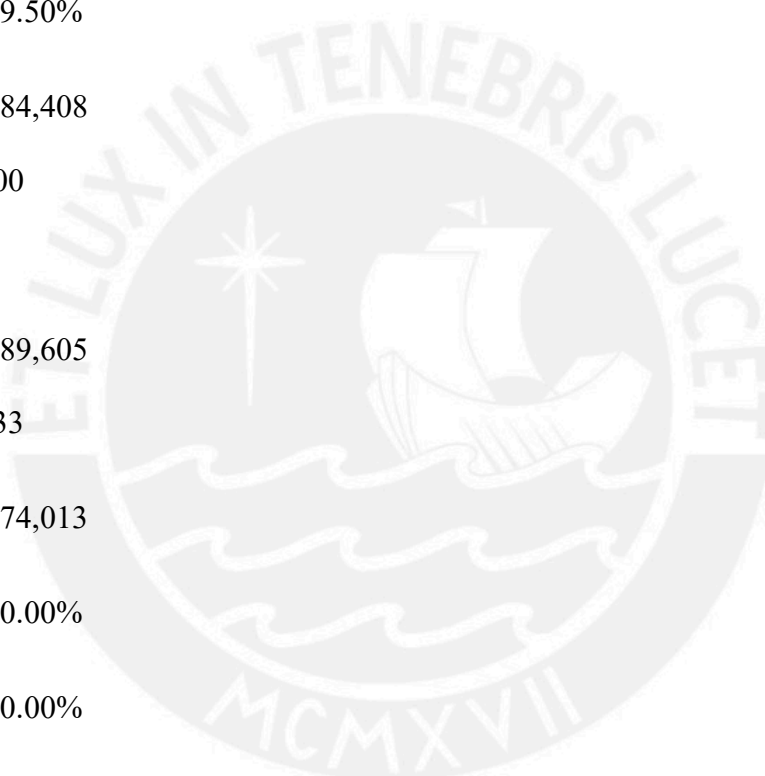
COK 27.53%

TASA

BANCARI

A 13.69%

WACC 16.80%



**Apéndice C: Código de Python de la Red Neuronal de NEURAVISIO MINERO**

```
from flask import Flask, request, render_template_string

import pandas as pd

import numpy as np

from sklearn.model_selection import train_test_split

from sklearn.preprocessing import StandardScaler, LabelEncoder

from sklearn.metrics import confusion_matrix, roc_curve, auc

import tensorflow as tf

from tensorflow.keras.models import Sequential

from tensorflow.keras.layers import Dense

from tensorflow.keras.utils import plot_model

import matplotlib.pyplot as plt

import seaborn as sns

import io

import base64

import os

app = Flask(__name__)

# HTML Template
```

```
html_template = """"  
  
<!DOCTYPE html>  
  
<html lang="en">  
  
<head>  
  
  <meta charset="UTF-8">  
  
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">  
  
  <title>NEURAVISIO MINERO</title>  
  
<style>  
  
  body {  
  
    font-family: Arial, sans-serif;  
  
    margin: 0;  
  
    padding: 20px;  
  
    background-color: #f4f4f4;  
  
  }  
  
  h1 {  
  
    color: #333;  
  
  }  
  
  form {  
  
    margin-bottom: 20px;  
  
  }  

```

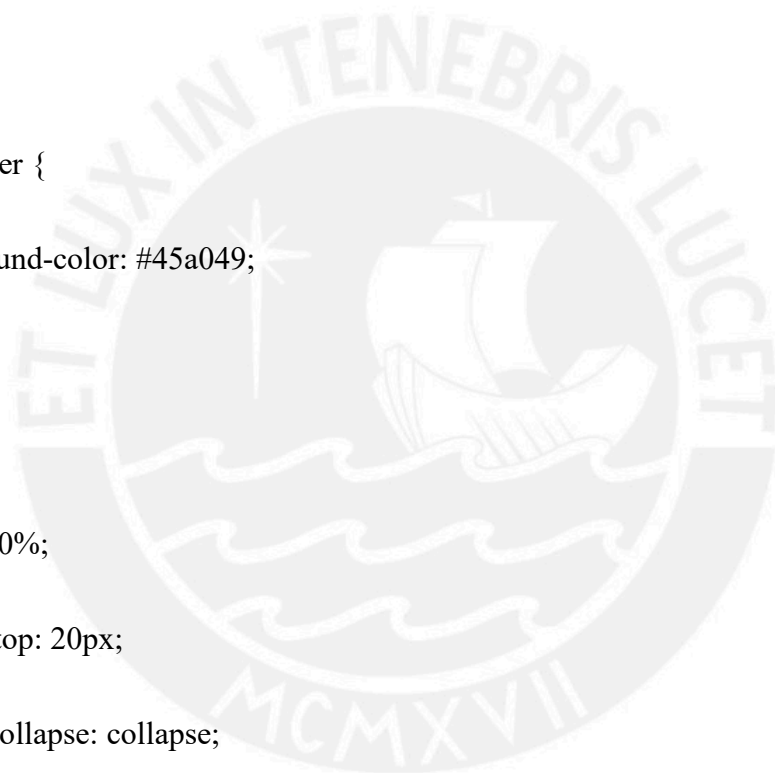
```
button {  
  
    background-color: #4CAF50;  
  
    color: white;  
  
    padding: 10px 20px;  
  
    border: none;  
  
    cursor: pointer;  
  
}
```

```
button:hover {  
  
    background-color: #45a049;  
  
}
```

```
table {  
  
    width: 50%;  
  
    margin-top: 20px;  
  
    border-collapse: collapse;  
  
}
```

```
table, th, td {  
  
    border: 1px solid black;  
  
}
```

```
th, td {  
  
    padding: 10px;
```



```
        text-align: center;

    }

    img {

        max-width: 100%;

        height: auto;

    }

</style>

</head>

<body>

<h1>NEURAVISIO MINERO</h1>

<form action="/upload" method="post" enctype="multipart/form-data">

    <input type="file" name="file" accept=".xlsx">

    <button type="submit">Subir y Predecir</button>

</form>

{% if confusion_matrix %}

<h2>Matriz de Confusión</h2>

<table>

    {% for row in confusion_matrix %}

        <tr>

            {% for col in row %}
```

```

        <td>{{ col }}</td>

        {% endfor %}

    </tr>

    {% endfor %}

</table>

<h2>Curva ROC</h2>



<h2>Visualización de la Red Neuronal</h2>



<h2>Estadísticas</h2>

<p>Accidente más probable: {{ probable_accident }}</p>

{% endif %}

</body>

</html>

"""

```

```
# Función para cargar y preprocesar los datos
```

```
def load_and_preprocess_data(file_path):
```

```
    data = pd.read_excel(file_path)
```

```
    # Verificar que las columnas necesarias están presentes
```

```
required_columns = ['Fecha', 'Hora', 'Ubicación', 'Tipo de Accidente', 'Causa', 'Gravedad',
'Descripción']
```

```
for column in required_columns:
```

```
    if column not in data.columns:
```

```
        raise ValueError(f"Missing required column: {column}")
```

```
    # Supongamos que la columna 'Gravedad' es el objetivo y el resto son características
```

```
X = data.drop(columns=['Gravedad', 'Fecha', 'Hora', 'Descripción', 'Ubicación']) # Excluir
columnas no numéricas
```

```
y = data['Gravedad'].map({'Baja': 0, 'Media': 1, 'Alta': 2}) # Convertir a valores numéricos
```

```
# Convertir columnas categóricas a variables dummy (one-hot encoding)
```

```
X = pd.get_dummies(X, columns=['Tipo de Accidente', 'Causa'])
```

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=42)
```

```
scaler = StandardScaler()
```

```
X_train = scaler.fit_transform(X_train)
```

```
X_test = scaler.transform(X_test)
```

```
    return X_train, X_test, y_train, y_test, data
```

```
# Función para construir y entrenar el modelo
```

```
def build_and_train_model(X_train, y_train):
```

```
    model = Sequential()
```

```
    model.add(Dense(64, input_dim=X_train.shape[1], activation='relu'))
```

```
model.add(Dense(32, activation='relu'))

model.add(Dense(3, activation='softmax'))

model.compile(optimizer='adam', loss='sparse_categorical_crossentropy',
metrics=['accuracy'])

model.fit(X_train, y_train, epochs=10, batch_size=10, verbose=0)

return model

# Función para calcular estadísticas y generar gráficos
def generate_statistics_and_plots(y_test, y_pred_prob, model):

    y_pred = np.argmax(y_pred_prob, axis=1)

    cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)

    # ROC curve

    fpr = {}

    tpr = {}

    roc_auc = {}

    n_classes = 3

    for i in range(n_classes):

        fpr[i], tpr[i], _ = roc_curve(y_test, y_pred_prob[:, i], pos_label=i)

        roc_auc[i] = auc(fpr[i], tpr[i])

    # Plot ROC curve

    plt.figure()
```

```

colors = ['blue', 'red', 'green']

for i, color in zip(range(n_classes), colors):

    plt.plot(fpr[i], tpr[i], color=color, lw=2, label=f'ROC curve of class {i} (area =
{roc_auc[i]:0.2f})')

plt.plot([0, 1], [0, 1], 'k--', lw=2)

plt.xlim([0.0, 1.0])

plt.ylim([0.0, 1.05])

plt.xlabel('False Positive Rate')

plt.ylabel('True Positive Rate')

plt.title('Receiver Operating Characteristic')

plt.legend(loc="lower right")

buf = io.BytesIO()

plt.savefig(buf, format='png')

plt.close()

buf.seek(0)

roc_curve_data = base64.b64encode(buf.getvalue()).decode('utf-8')

# Determine the most probable accident type

accident_types = ['Baja', 'Media', 'Alta']

probable_accident = accident_types[np.argmax(np.bincount(y_pred))]

# Visualize the model

```

```
model_plot_path = "/tmp/model_plot.png"

plot_model(model, to_file=model_plot_path, show_shapes=True,
show_layer_names=True)

with open(model_plot_path, "rb") as image_file:

    model_plot = base64.b64encode(image_file.read()).decode('utf-8')

return cm, roc_curve_data, probable_accident, model_plot

@app.route('/')

def index():

    return render_template_string(html_template)

@app.route('/upload', methods=['POST'])

def upload_file():

    if 'file' not in request.files:

        return 'No file part'

    file = request.files['file']

    if file.filename == "":

        return 'No selected file'

    if file:

        file_path = "/content/" + file.filename

        file.save(file_path)

        # Procesar datos y entrenar el modelo
```

try:

```
X_train, X_test, y_train, y_test, data = load_and_preprocess_data(file_path)

model = build_and_train_model(X_train, y_train)

    # Hacer predicciones

y_pred_prob = model.predict(X_test)

cm, roc_curve_data, probable_accident, model_plot =
generate_statistics_and_plots(y_test, y_pred_prob, model)

    return render_template_string(html_template, confusion_matrix=cm.tolist(),
roc_curve_data=roc_curve_data, probable_accident=probable_accident,
model_plot=model_plot)

except Exception as e:

    return str(e)

if __name__ == '__main__':

    app.run(port=5000, debug=True)
```