

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**Modelo ProLab: Robot Todo Terreno, una Solución Tecnológica para la  
Inspección de Infraestructura Minera**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN  
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO  
POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

Beatriz Sara, Ramírez Mansilla, DNI: 46203766

Enrique, Rodríguez Vegas, DNI: 44372302

Fiorella del Rosario, Borjas Morales, DNI: 46226398

Jose Carlos, Paredes Soplin, DNI: 46855568

**ASESOR**

Nicolás Andrés, Núñez Morales, DNI: 49011442

ORCID 0000-0003-2193-3830

**JURADO**

Percy Samoel, Marquina Feldman

Lisa, Bunclark

Nicolás Andrés, Núñez Morales

**Surco, junio 2023**

### Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Nicolás Andrés Núñez Morales, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado **“Robot Todo Terreno, una solución tecnológica para la inspección de infraestructura minera”** del/de la autor (a)/ de los(as) autores(as):

Beatriz Sara, Ramírez Mansilla, DNI: 46203766,

Enrique, Rodríguez Vegas, DNI: 44372302,


Fiorella del Rosario, Borjas Morales, DNI: 46226398,

Jose Carlos, Paredes Soplin, DNI: 46855568

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 23/05/2023.
- 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, 25 de mayo de 2023

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: Núñez Morales, Nicolás Andrés	
DNI: 49011442	Firma: 
ORCID: 0000-0003-2193-3830	

## Agradecimientos

A Dios por permitirme cumplir una de mis metas trazadas; a mis padres, en especial a mi madre, por ser mi gran fuente de inspiración y perseverancia; y a mi esposo por ser mi mayor soporte y apoyo en este camino hacia la culminación de esta meta.

Beatriz Ramírez

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir; a mi familia, por apoyarme incondicionalmente; a mi novia, por impulsarme a superar mis límites y a mis amigos, quienes me animaron en todo momento sin importar la distancia.

Enrique Rodríguez

A mis padres y familiares por siempre brindarme su apoyo y comprensión porque gracias a ello pude avanzar con esta meta.

Fiorella Borjas

A Dios, a mis amados hijos y a mis queridos padres por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de este proyecto, su motivación y aliento fueron mi guía e impulso para cumplir esta meta.

Jose Carlos Paredes

## Resumen Ejecutivo

El presente documento contiene el estudio sobre la implementación de un servicio de inspección de infraestructura minera a partir del uso de componentes tecnológicos: un robot y un software, que permitirán la inspección en condiciones de difícil acceso, así como el diagnóstico e identificación de riesgos, oportunamente, en la infraestructura de las operaciones mineras. Lo anterior es clave, dado que contribuirá a resolver un problema social relevante y a una mejor toma de decisiones que evitará que se generen impactos negativos en la sociedad, el medioambiente y la empresa.

Para evaluar la factibilidad de la propuesta de negocio, se sometió la solución a un proceso de validación con los potenciales usuarios, lo cual ha mostrado resultados positivos al confirmarse la hipótesis planteada, ya que el 80% de los encuestados estaría de acuerdo con aplicar servicio de inspección a las operaciones de mantenimiento mediante robots teleoperados. Además de ello, con el objetivo de evaluar la factibilidad, se realizaron simulaciones para evaluar el desempeño del plan de marketing. Es así que el resultado demuestra que, por cada sol invertido, se estaría ganando S/98.78. También se validó la viabilidad financiera a través de una simulación de diferentes escenarios, cuyos resultados han sido favorables, ya que el 52.14% de los VAN simulados supera el VAN esperado.

Ello se complementa con un estudio preliminar de la viabilidad económica en el que, considerando un escenario base, el proyecto lograría un VAN de S/16,199,885.00, una TIR de 217.158%. Con lo anterior, se reafirma que el modelo de negocio es sostenible y escalable, además que impacta positivamente en las ODS 3, 6, 8, 9 y 15.

## Abstract

This document details the study about the implementation of a mining infrastructure inspection service based on the use of technological components: a robot and software, which will allow inspection in conditions of difficult access, and also will be able to diagnose identifiable risks in the infrastructure of mining operations. These aspects are the key to solving a relevant social problem and to better decision-making that will prevent negative impacts on society, the environment, and the company.

The business proposal feasibility was evaluated by a validation process with potential users, which has shown positive results by confirming the proposed hypothesis. This one determined that 80% of those people surveyed agreed with applying the inspection service to maintenance operations using teleoperated robots. In addition, the feasibility evaluation implicated simulations to try out the performance of the marketing plan. Thus, the result shows that, for S/1.00 invested, S/98.78 would be earned. The financial viability was also validated through a simulation of different scenarios, its effects have been favorable because 52.14% of the simulated NPV exceeds the expected NPV.

Finally, for the economic evaluation, considering a baseline scenario, the project would achieve an NPV of S/16,199,885.00, an IRR of 217.158%. After the complete analysis, it is confirmed that the business model is sustainable and scalable, in addition to having a positive impact on SDGs 3, 6, 8, 9, and 15.

## Tabla de Contenido

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>xi</b>
<b>Capítulo I. Definición del Problema.....</b>	<b>1</b>
1.1. Contexto del Problema por Resolver .....	1
1.2. Presentación del Problema por Resolver.....	1
1.3. Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver.....	2
<b>Capítulo II. Análisis del Mercado.....</b>	<b>4</b>
2.1. Descripción del Mercado o Industria .....	4
2.2. Análisis Competitivo Detallado .....	6
<b>Capítulo III. Investigación del Usuario.....</b>	<b>10</b>
3.1. Perfil del Usuario .....	10
3.2. Mapa de Experiencia de Usuario .....	12
3.3. Identificación de la Necesidad .....	14
<b>Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio .....</b>	<b>15</b>
4.1. Concepción del Producto o Servicio .....	15
4.2. Desarrollo de la Narrativa .....	20
4.4. Propuesta de Valor .....	23
4.5. Producto Mínimo Viable (PMV) .....	25
<b>Capítulo V. Modelo de Negocio .....</b>	<b>28</b>
5.1. Lienzo del Modelo de Negocio .....	28
5.2. Viabilidad del Modelo de Negocio .....	31
5.3. Escalabilidad del Modelo de Negocio.....	33
5.4. Sostenibilidad del Modelo de Negocio .....	34
<b>Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable.....</b>	<b>37</b>

6.1. Validación de la Deseabilidad de la Solución.....	37
6.1.1. <i>Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución</i> .....	37
6.1.2. <i>Experimentos Empleados para Validar la Hipótesis</i> .....	37
6.2. Validación de la Factibilidad de la Solución.....	40
6.2.1. <i>Plan de Marketing</i> .....	40
6.2.2. <i>Plan de Operaciones</i> .....	46
6.2.3. <i>Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis</i> .....	48
6.3. Validación de la Viabilidad de la Solución.....	49
6.3.1. <i>Presupuesto de Inversión</i> .....	49
6.3.2. <i>Análisis Financiero</i> .....	51
6.3.3. <i>Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis de Viabilidad</i> .....	56
6.3.4. <i>Simulaciones Empleadas en el Capítulo</i> .....	57
<b>Capítulo VII. Solución Sostenible.....</b>	<b>58</b>
7.1. Relevancia Social de la Solución .....	60
7.2. Rentabilidad Social de la Solución .....	62
<b>Capítulo VIII. Decisión e Implementación .....</b>	<b>65</b>
8.1. Plan de Implementación y Equipo de Trabajo .....	65
8.2. Conclusión.....	68
8.3. Recomendación .....	69
<b>Referencias.....</b>	<b>71</b>
<b>Apéndices .....</b>	<b>77</b>
<b>Apéndice A. Guía de Entrevista y Resultados.....</b>	<b>77</b>
<b>Apéndice B. Criterios de Puntuación para Priorizar .....</b>	<b>82</b>
<b>Apéndice C. Evaluación de Soluciones a Priorizar .....</b>	<b>83</b>
<b>Apéndice D. Lienzo Blanco de Relevancia.....</b>	<b>84</b>

**Apéndice E. Guía de Encuesta.....85**  
**Apéndice F. Costos del Plan de Operaciones.....88**





## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b>	<i>Propuestas de Valor de los Principales Competidores</i> .....	7
<b>Tabla 2</b>	<i>Necesidades del Usuario</i> .....	15
<b>Tabla 3</b>	<i>Patentes sobre Robots de Inspección</i> .....	22
<b>Tabla 4</b>	<i>Estado de Ganancias y Pérdidas y Flujo de Caja Proyectado</i> .....	32
<b>Tabla 5</b>	<i>Metas de los ODS relacionados al Modelo de Negocio</i> .....	35
<b>Tabla 6</b>	<i>Número de Servicios de Inspección a Contratar Anualmente</i> .....	40
<b>Tabla 7</b>	<i>Matriz de Potenciales Competidores</i> .....	43
<b>Tabla 8</b>	<i>Punto de Equilibrio en Cantidad de Servicios por Año</i> .....	44
<b>Tabla 9</b>	<i>Presupuesto de Marketing</i> .....	46
<b>Tabla 10</b>	<i>Recursos para la Operación del Negocio</i> .....	47
<b>Tabla 11</b>	<i>Escenarios del Resultados del Plan de Marketing</i> .....	48
<b>Tabla 12</b>	<i>Simulación para Eficiencia del Plan de Marketing</i> .....	49
<b>Tabla 13</b>	<i>Inversiones en Bienes de Capital (CAPEX)</i> .....	50
<b>Tabla 14</b>	<i>Inversiones en Capital de Trabajo</i> .....	50
<b>Tabla 15</b>	<i>Estructura de Capital</i> .....	51
<b>Tabla 16</b>	<i>Distribución Accionaria</i> .....	51
<b>Tabla 17</b>	<i>Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado</i> .....	54
<b>Tabla 18</b>	<i>Flujo de Caja Libre</i> .....	55
<b>Tabla 19</b>	<i>Escenarios de Crecimiento de Ventas</i> .....	56
<b>Tabla 20</b>	<i>Resultados de Simulación Montecarlo - VAN</i> .....	56
<b>Tabla 21</b>	<i>Resultados de Validar la Hipótesis del Negocio</i> .....	57
<b>Tabla 22</b>	<i>Evaluación de Impacto de ODS e Índice de Relevancia Social</i> .....	60
<b>Tabla 23</b>	<i>Detalle de los Beneficios por Cambio Tecnológico</i> .....	63
<b>Tabla 24</b>	<i>Detalle de los Beneficios por Reducción del Riesgo de Paralización Total</i> .....	63

**Tabla 25** *Detalle de los Costos por Uso de Robot Teleoperado* .....63

**Tabla 26** *Detalle de los Beneficios Sociales Incrementales desde el año 1 al año 5*.....64



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Lienzo Meta-Usuario</i> .....	11
<b>Figura 2</b>	<i>Mapa de Experiencia de la Compañía Minera en el Proceso de Inspección de Infraestructura</i> .....	13
<b>Figura 3</b>	<i>Lienzo 6 x 6</i> .....	17
<b>Figura 4</b>	<i>Matriz de Priorización y Distribución de Soluciones</i> .....	18
<b>Figura 5</b>	<i>Esquema General del Servicio</i> .....	19
<b>Figura 6</b>	<i>Principales Características y Beneficios del Servicio</i> .....	20
<b>Figura 7</b>	<i>Lienzo de Propuesta de Valor</i> .....	24
<b>Figura 8</b>	<i>Service Blueprint del Servicio de Inspección de Infraestructura para el Sector Minero</i> .....	27
<b>Figura 9</b>	<i>Lienzo de Modelo de Negocio</i> .....	29
<b>Figura 10</b>	<i>Proyección de Ventas versus EBITDA para el Horizonte de Proyecto</i> .....	34
<b>Figura 11</b>	<i>Consecuencias de la Baja Priorización de Inspección Preventiva de Infraestructura Minera</i> .....	38
<b>Figura 12</b>	<i>Aplicabilidad del Servicio de Inspección Mediante Robot Teleoperado a las Operaciones de Mantenimiento</i> .....	39
<b>Figura 13</b>	<i>Interés de una Demostración del Servicio de Inspección en Campo</i> .....	40
<b>Figura 14</b>	<i>Embudo Comercial</i> .....	47
<b>Figura 15</b>	<i>Histograma sobre la Eficiencia del Plan de Marketing</i> .....	48
<b>Figura 16</b>	<i>Flourishing Business Model Canvas</i> .....	59
<b>Figura 17</b>	<i>Plan de Trabajo para la Implementación (Fase 1, Fase 2 y Fase 3)</i> .....	66
<b>Figura 18</b>	<i>Plan de Trabajo para la Implementación (Fase 4, Fase 5 y Fase 6)</i> .....	67

## **Capítulo I. Definición del Problema**

El presente capítulo gira en torno a los impactos generados por la baja priorización de una inspección preventiva de túneles y ductos en las minas, lo cual es relevante debido a que dichos impactos repercuten directamente y de manera negativa en la sociedad, el medioambiente y la empresa. A continuación, se presenta el contexto, el problema identificado, así como su complejidad e importancia.

### **1.1. Contexto del Problema por Resolver**

El sector minero requiere la ejecución preventiva de una inspección de túneles y ductos en las minas para detectar oportunamente fallas en la infraestructura, como fisuras o deformaciones, con lo cual se evite la fuga de residuos minerales. Según Esquivel-Guerrero et al. (2021, pp. 48-49), el mantenimiento preventivo consiste precisamente en ejecutar acciones para anticipar la potencial ocurrencia de fallas; de ahí la importancia de su realización para evitar impactos negativos. Éstos pueden repercutir en la sociedad, al ponerse en riesgo la salud y el desarrollo socioeconómico de las poblaciones aledañas, además de los trabajadores de las labores de mantenimiento al estar expuestos a accidentes laborales; el medioambiente, por el daño a los ecosistemas terrestres y acuáticos junto con la biodiversidad que habita en ellos; y la empresa, por la paralización parcial o total de las operaciones mineras, a causa de los días laborales perdidos por los potenciales accidentes y el pago de multas e indemnizaciones tanto civiles como laborales.

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

El problema identificado es la baja priorización de la inspección preventiva de túneles y ductos en las minas a nivel nacional, debido a la escasa importancia que las empresas del sector minero le asignan a este proceso, a pesar de que la realidad peruana e internacional demuestran los impactos negativos que podrían producirse a gran escala, como se evidenciará en la siguiente sección.

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

A continuación, se describen los tres impactos señalados anteriormente. En primer lugar, respecto a la sociedad, es clave mencionar que los trabajadores se ven más perjudicados, pues están expuestos a accidentes laborales por la realización de tareas riesgosas. Ello toma mayor importancia, dado que, en 2019, se registraron 800 accidentes incapacitantes y 25 accidentes mortales, cuyas causas fueron inhalación de gases tóxicos, golpes por maquinarias en movimiento, etc. (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [Osinergmin], 2020, p. 35). Asimismo, las personas que viven cerca de las minas también son vulnerables, debido a los problemas de salud por las fugas de residuos de minerales, entre otros motivos. En 2012, por ejemplo, alrededor de 200 personas sufrieron de irritación en los ojos, la piel y las vías respiratorias por un derrame de 45 toneladas de cobre, debido a una rotura del codo de una tubería del mineroducto de la compañía minera Antamina (La República, 2019). Al respecto, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se pronunció y determinó que “[...] no hubo una debida supervisión e inspección técnica del codo y que el sistema "Advisor" del mineroducto, que permite detectar automáticamente una fuga para cortar el flujo de concentrado de cobre, también falló” (La República, 2019).

En segundo lugar, sobre el medioambiente, es importante mencionar que los efectos negativos en los ecosistemas son, muchas veces, irreparables. Así pues, tres de las 45 toneladas de cobre derramadas por la compañía minera Antamina impactaron directamente en el suelo natural y la flora de la zona, tales como árboles de eucalipto y pino, los cuales tuvieron que ser talados (OEFA, 2013). Aparte de ello, una muestra aún mayor de los daños al medioambiente es lo ocurrido en Brasil, donde una represa de la compañía minera Vale se rompió en el 2019, y producto de ello, se produjo una avalancha de lodo con residuos de

minerales que sepultó decenas de viviendas, más de 200 personas murieron y cientos de hectáreas de bosques y ecosistemas fueron contaminados (Arciniegas, 2021).

En tercer lugar, respecto a la empresa, ésta se ve afectada económicamente. Por un lado, a causa del alto costo de los días laborables perdidos por la paralización parcial o total de las operaciones mineras debido a los accidentes. En 2019, se registraron 215 días laborales perdidos por la ocurrencia de accidentes incapacitantes y mortales, según Osinergmin (2020, p. 35). Por otro lado, también se ve afectada, porque los importes de las multas e indemnizaciones suelen ser elevados, tal como ocurrió en las compañías mineras Antamina y Vale, previamente mencionados. La primera fue sancionada con un importe equivalente a 207 mil soles (OEFA, 2013) y la segunda viene pagando cerca de 443 mil millones de dólares por indemnizaciones civil y/o laboral, además de 7 mil millones de dólares por los daños sociales y ambientales causados, según un acuerdo con el gobierno local (Arciniegas, 2021).

Tras la revisión de los impactos señalados en la sociedad, medioambiente y empresa, se puede decir que el problema en torno a la baja priorización de la inspección preventiva de la infraestructura minera es sumamente relevante. En ese sentido, tomando en cuenta los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas, se destaca que tales impactos podrían repercutir en los siguientes: ODS 3 (Salud y Bienestar), por el que se pretende garantizar una vida sana y promover el bienestar de toda la población; ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), a través del cual se busca promover el crecimiento económico sostenido y fomentar el empleo formal y decente; ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), mediante el cual se pretende fomentar la innovación e industrialización sostenible y construir infraestructuras resilientes; y los ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento) y ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), a través de los cuales se desea proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y acuáticos, además de detener la pérdida de la biodiversidad (Naciones Unidas, 2018, pp. 3-4).

## Capítulo II. Análisis del Mercado

El presente capítulo describe el sector minero en el Perú, el cual constituye el mercado sobre el cual se desarrollan las operaciones de las empresas que serán potenciales clientes de la propuesta de solución al problema que aborda esta tesis. Asimismo, se identificarán a los principales competidores de servicios de inspecciones de infraestructura, sus características y propuestas de valor, lo cual permitirá desarrollar el análisis competitivo basado en las cinco fuerzas de Porter, con la finalidad de identificar las oportunidades y amenazas del sector.

### 2.1. Descripción del Mercado o Industria

El Perú es un país minero con una abundante fuente de recursos minerales y con un potencial geológico que permite su exploración y extracción, por lo que, a nivel regional y mundial, es considerado uno de los principales productores de metales (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], s.f.). Con relación a ello, la distribución de los minerales en el Perú está concentrada en las regiones de Áncash, Arequipa, La Libertad, Cajamarca y Apurímac, las cuales representan el 65% de las transferencias mineras, según la Dirección General del Ministerio de Energía y Minas (2021b), siendo los minerales más extraídos el cobre y oro.

La importancia del sector minero y lo representativo que son sus ventas en millones de dólares para el país, ha permitido que se incremente la recaudación fiscal. Con relación a ello, Macera (2021) indica que gracias a las ventas que ha logrado alcanzar este sector, las recaudaciones por impuestos que provienen de empresas mineras representan un 16% del total recaudado en los últimos 10 años. Adicionalmente, este sector generó cerca de 1.5 millones de empleos formales, los cuales permitieron el desarrollo de actividades indirectas como el transporte, maquinaria o servicios profesionales técnicos, entre otros. Por ello, la minería ha logrado convertirse en una actividad relevante para la economía nacional, por ser una fuente importante de empleo formal directo e indirecto, ingresos fiscales y volumen de ventas en millones de dólares (Macera, 2021).

Respecto a lo anterior, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) estima que para el 2022 el crecimiento del sector minero será del 8% debido al valor que generarán los proyectos que actualmente están en marcha (Castro, 2021); asimismo, las empresas a cargo de los proyectos a partir del 2022, son las siguientes: Compañía Minera las Bambas SA, Bear Creek Mining SAC, Compañía Minera Ares SAC, Compañía de Minas Buenaventura SAA, Minera Yanacocha SRL, Nexa Resources Peru SAA, y Procesadora Industrial Rio Seco SA.

Si bien el sector minero está en constante crecimiento según las proyecciones del BCRP, es importante que las empresas en operación cumplan las regulaciones implementadas por el MINEM, dado que así la ejecución de los proyectos estará alineada al marco legal vigente. Asimismo, las empresas mineras están en la obligación de ejecutar acciones preventivas y correctivas en sus operaciones las cuales permitan asegurar el cumplimiento de las normativas ambientales y de seguridad en el trabajo vigentes.

Este punto toma relevancia considerando que las pérdidas ocasionadas por accidentes representan el 4% del PBI del sector minero (MINEM, 2020). Al respecto, cabe destacar que el 63% de los accidentes provienen de minas subterráneas, las cuales son vulnerables y representan una oportunidad para la implementación de soluciones tecnológicas que permitan garantizar el monitoreo, control y reporte oportuno de potenciales incidentes, con la finalidad que se priorice la seguridad e integridad de los trabajadores (MINEM, 2020).

En ese sentido, la tendencia mundial es aprovechar los avances tecnológicos y el desarrollo de la industria 4.0 para mejorar los procesos en distintos sectores, entre ellos el minero. Por ello, existe una creciente necesidad de insertar tecnologías inteligentes y habilitadoras como soporte a los procesos actuales de inspección de infraestructuras mineras, lo que optimiza el uso de mano de obra y reduce el riesgo de accidentes, así como se puede obtener información precisa para la toma de decisiones (Schume, 2020).



Por lo expuesto y considerando la oportunidad económica según las proyecciones del BCRP y la relevancia del sector minero en Perú, es necesario introducir tecnologías habilitadoras que potencien las actividades de prevención que realizan las empresas mineras, lo cual les permitirá cumplir con la regulación legal vigente, minimizar los accidentes, mantener la continuidad operativa y crear una cultura de prevención mediante la inspección oportuna de la infraestructura. Además, las compañías reducirían sus gastos operativos, beneficiándose en la maximización de recursos.

## **2.2. Análisis Competitivo Detallado**

En el Perú, la oferta de soluciones para la inspección y mantenimiento de infraestructura del sector minero a precios competitivos y con soporte a nivel local es inexistente (Poma et al., 2020, p. 1). Sin embargo, a nivel regional existe un competidor directo, la empresa chilena Maquintel, la cual posee una experiencia de 10 años en el rubro, así como un conjunto de productos y servicios que son valorados por las principales empresas de minería como Codelco, Los Pelambres, Antamina, Southern Copper, entre otras (Maquintel Robotic Services, s.f.), colocándola a la vanguardia del mercado sudamericano.

Es importante mencionar que a nivel global existen grandes competidores en Francia, Estados Unidos, Suiza y Canadá (López, 2021, pp. 8-12), quienes cuentan con una amplia experiencia ofreciendo servicios a importantes corporaciones mineras alrededor del mundo. Asimismo, en los últimos años, algunas multinacionales como ABB en Perú (Redacción ProActivo, 2019), MIRS en Chile (Reporte Minero, 2019) o Boston Dynamics en Suecia (Desde Adentro, 2021) se encuentran desarrollando y pilotando proyectos de robótica para procesos específicos dentro de la operación minera, cuyos resultados, de ser positivos, ampliarían la oferta existente.

Como se puede evidenciar, la oferta de los servicios de inspección y mantenimiento en la industria minera es variada y se encuentra en crecimiento, por lo que a nivel local aún

hay espacio para desarrollar una propuesta de valor diferenciada y atractiva para los principales empresarios mineros. A fin de facilitar la comparativa entre las propuestas de valor de las empresas identificadas como potenciales competidores, se ha desarrollado la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Propuestas de Valor de los Principales Competidores*

Categoría	Maquintel	ECA Group	Waygate Technologies	Flyability	Eddyfi Technologies
País de origen	Chile	Francia	Estados Unidos	Suiza	Canadá
Inicio de operaciones	2012	1936	2006	2014	2009
Propuesta de valor	Especialistas en el desarrollo tecnológico y en servicios de inspección robotizada	Desarrollar soluciones tecnológicas eficientes y seguras para entornos hostiles	Ofrecer soluciones rápidas, precisas y automatizadas de inspección a gran escala	Ofrecer soluciones automatizadas que permitan la inspección segura y eficiente	Desarrollar soluciones tecnológicas (hardware y software) de alto rendimiento
Reconocimientos	-	-	-	CTI/KTI Label (2016) Ganador del RATP Lab (2017)	-
Página web	<a href="https://www.maquintel.com/">https://www.maquintel.com/</a>	<a href="https://www.ecagroup.com/">https://www.ecagroup.com/</a>	<a href="https://inspection-robotics.com/">https://inspection-robotics.com/</a>	<a href="https://www.flyability.com/">https://www.flyability.com/</a>	<a href="https://www.eddyfi.com/">https://www.eddyfi.com/</a>
Servicio ofrecido	Inspección de canales y ductos, monitoreo industrial, reconstrucción 3D láser	Arrendamiento y venta de soluciones a medida, asesoría técnica y mantenimiento	Arrendamiento y venta de soluciones a medida, asesoría técnica y mantenimiento	Inspección y exploración en espacios confinados o de difícil acceso	Venta de robots, software y repuestos para el proceso de inspección
Sector objetivo	Minería, agua y saneamiento	Defensa, marítimo, aeroespacial, minería, energía, petróleo y gas, industrial	Energía, petróleo y gas, industrial	Marítimo, químico, energía, petróleo y gas, industrial	Aeroespacial, energía, petróleo y gas, industrial
Principales clientes	Aguas Andinas, CMP, Codelco, Antamina, Southern Copper	-	-	-	BP, Chevron, Exxon Mobil, GE, Petrobras, RWE, SpaceX
Canales de venta	Página web, correo electrónico, teléfono	Página web, correo electrónico, redes sociales, teléfono	Página web, correo electrónico, redes sociales	Página web, correo electrónico, redes sociales, teléfono	Página web, correo electrónico, redes sociales
Medio de distribución	Logística propia	Logística propia o a cargo del cliente	Logística propia o a cargo del cliente	Logística propia y a través de distribuidores autorizados	Logística propia

Respecto a la estructura competitiva del sector, se realizará el análisis de las cinco fuerzas competitivas propuestas por Porter (2008) para identificar las principales oportunidades y amenazas del mercado, más aún por el clima de inestabilidad económica y política, tanto a nivel mundial (Cruz, 2022a) como local (Chacón, 2022) que pueden afectar las operaciones de los potenciales clientes.

En primer lugar, la amenaza de entrada de nuevos competidores es de nivel medio, debido a los requisitos legales para la creación de una empresa de capitales extranjeros cuya gestión pueden retrasar el establecimiento del negocio, sumado a la incertidumbre en el sector por los conflictos sociales no resueltos (Cruz, 2022b), lo cual dificultaría la estabilización de una nueva empresa y pondría en riesgo la entrega de valor al cliente corporativo. Por otro lado, las características de los potenciales competidores (ver Tabla 1) podrían mitigar parte de este impacto, brindándoles cierta ventaja para ingresar al mercado local y ofrecer productos y/o servicios a precios competitivos con altos estándares de calidad.

En segundo lugar, la rivalidad de la competencia es de nivel bajo, debido a que no hay presencia activa de proveedores que ofrezcan soluciones basadas en robótica, solo la empresa Maquintel ha brindado servicios puntuales a dos importantes mineras que desarrollan sus actividades en Perú, ello le resta capacidad para competir directamente en el corto plazo y mediano plazo. Otro factor influyente es el alto costo fijo de operación, por la necesidad de equipos y personal especializado, lo cual obliga a cualquier competidor a capturar una porción importante del mercado, además de optar por la diversificación de los servicios para aprovechar la economía de escalas.

En tercer lugar, la amenaza de los productos sustitutos es de nivel bajo, debido a que a nivel nacional se contratan servicios tradicionales como la inspección visual o intervenciones por mantenimientos preventivos programados, aunque ello signifique incrementar la exposición de los operarios (propios y/o terceros) a posibles accidentes y que ello requiera

detener la operación por un tiempo prolongado. Ante ello, la oferta de un servicio teleoperado, preciso, seguro y a precios competitivos será atractivo para el cliente corporativo facilitando su adopción ya que le permitirá detectar oportunamente los problemas en la integridad de la infraestructura sin arriesgar la continuidad de las operaciones.

En cuarto lugar, en cuanto al poder de negociación de los clientes, se considera que este es de nivel medio, debido a que la oferta de soluciones de inspección basadas en tecnología es relativamente nueva en Perú, por lo que se requerirá asegurar la flexibilidad y capacidad de adaptación de los robots a las distintas necesidades, ofrecer un alto nivel de precisión del software para el análisis los datos recolectados, brindar un excelente nivel de servicio y soporte técnico, y contar con el respaldo de aliados estratégicos gubernamentales, corporativos y académicos reconocidos por el sector minero.

Por último, el poder de negociación de los proveedores es de nivel alto, debido a que existe un solo proveedor de robots en el mercado local, la empresa Inka Tech, con quien se debe formar una alianza estratégica para asegurar la exclusividad y la continuidad del soporte técnico y de mantenimiento requerido para la ejecución del servicio.

En cuanto a la estructura competitiva del mercado local, ésta se desarrollaría como un monopolio, ya que solo existirá una empresa que ofrezca soluciones a medida para atender las necesidades de inspección y mantenimiento de infraestructura minera. Pese a ello, este panorama no se mantendría por mucho tiempo, debido a la amenaza de ingreso de competidores internacionales, por lo que resulta fundamental que, a nivel local, se desarrolle una propuesta de valor diferenciada y que resulte atractiva para los principales empresarios mineros. Dicha propuesta debe ser, además, versátil, innovadora, con enfoque social y ambiental, y contener alianzas sólidas de largo plazo con las principales empresas del sector, así como también con otras instituciones gubernamentales, académicas y de investigación con la finalidad de asegurar la sostenibilidad de la empresa en el tiempo.

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

El presente capítulo aborda la elaboración del perfil del usuario a partir de la información obtenida en las reuniones con el equipo de investigación de Inka Tech y las entrevistas realizadas a los usuarios corporativos. Además, se diseña el mapa de experiencia de las compañías mineras en el proceso de gestión de inspecciones de infraestructura; con ello, se han identificado puntos de dolor y la necesidad específica dentro del proceso.

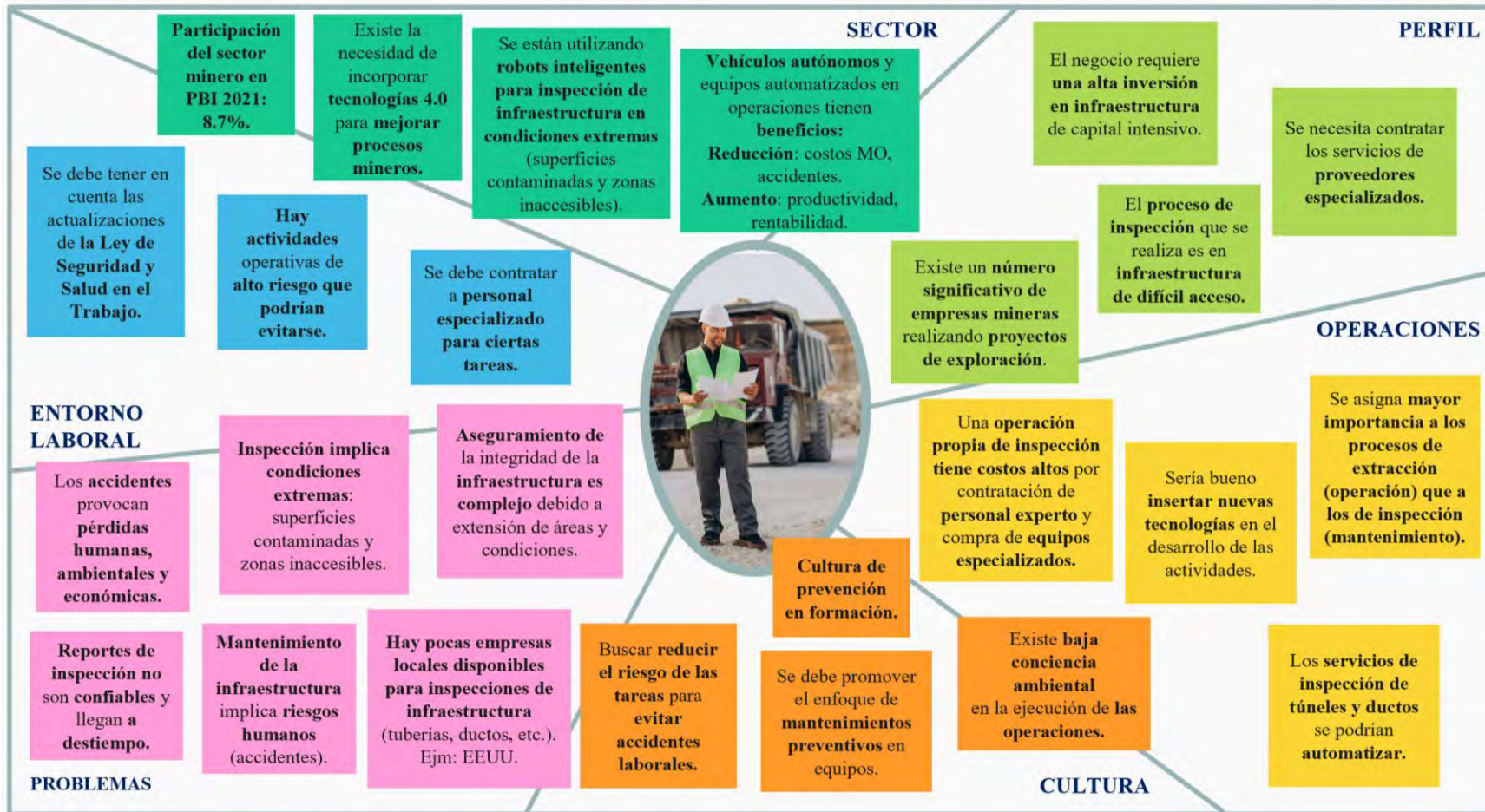
#### **3.1. Perfil del Usuario**

Para definir el perfil del usuario se utilizaron dos fuentes de información. Por un lado, fue necesario mantener reuniones con el equipo de investigación de Inka Tech con el objetivo de indagar respecto a las necesidades del usuario y las problemáticas relacionadas. Y, por otro lado, se consideró relevante realizar entrevistas adicionales orientadas a usuarios corporativos con la finalidad de validar dicha información. Para ello, se diseñó una guía de entrevista dirigida al personal administrativo de las empresas mineras (ver Apéndice A, Tabla A1). Con relación a lo anterior, cabe precisar que se realizaron tres entrevistas (ver Apéndice A, Tabla A2), cuyos resultados permitieron contrastar la información previamente levantada con el equipo de investigación y construir, además, el lienzo meta-usuario para representar a la empresa a la que se le ofrecerá una solución (ver Figura 1).

En ese sentido, el usuario identificado está representado por compañías mineras a nivel nacional con infraestructura de túneles y ductos que requieren el servicio de inspección. La razón de ello es que existe una necesidad latente de tercerizar el proceso de inspección para no incurrir en costos altos por la contratación de personal experto y adquisición de equipos especializados. Adicionalmente, las compañías mineras también buscan automatizar las tareas operativas de alto riesgo, a fin de evitar la ocurrencia de accidentes laborales. Por último, se destacó también la necesidad de contar con información confiable respecto al estado de la infraestructura en el menor tiempo posible.

Figura 1

Lienzo Meta-Usuario



### 3.2. Mapa de Experiencia de Usuario

A partir de la información brindada por el equipo de investigación de Inka Tech y las tres entrevistas realizadas a usuarios corporativos, se construyó el mapa de experiencia del proceso de inspección de infraestructura minera que va desde la identificación de la necesidad, la evaluación de alternativas para la gestión de la inspección, la selección de un proveedor especializado, la ejecución de la inspección hasta la elaboración del informe correspondiente con los hallazgos. El mapa de experiencia elaborado está en la Figura 2 y considera como usuario a la compañía minera, en específico a las áreas de mantenimiento que tienen bajo su responsabilidad garantizar de forma preventiva el buen estado de los equipos y la infraestructura de la operación minera.

Ahora bien, durante la etapa de identificación de necesidades de inspección y la evaluación de opciones, el cliente experimenta un nivel de satisfacción regular debido a que las empresas realizan el servicio de inspección de manera reactiva ante la identificación de un riesgo y se les dificulta solucionarlo a la brevedad por la carencia de personal especializado, así como la falta de herramientas y equipos que puedan ejecutar los trabajos en condiciones extremas o de difícil acceso.

En contra parte, los clientes experimentan niveles de satisfacción mala durante las etapas de selección del proveedor y de ejecución de la inspección, esto debido a que existe una limitada oferta de proveedores nacionales de servicios de inspección de infraestructura minera de alta especialización. Por ello, las empresas recurren a proveedores internacionales con costos elevados y cuya adquisición de servicios debe realizarse con mayor tiempo de planificación por sus implicancias logísticas. Además, estos servicios pueden estar sometidos a condiciones extremas de humedad, presión, temperatura, entre otras, lo cual implica la utilización de personal y equipos especializados.

Figura 2

Mapa de Experiencia de la Compañía Minera en el Proceso de Inspección de Infraestructura





Finalmente, el mapa de experiencia también ha permitido identificar que existe una oportunidad en el tiempo de entrega de reportes de manera eficiente y de calidad, lo cual, puede ser gestionado mediante un software de procesamiento de información. Actualmente, esta etapa tiene un nivel de satisfacción regular para el cliente, y si se contara con una mejora tecnológica, las áreas de mantenimiento de las compañías mineras podrían tomar medidas correctivas y preventivas con mayor precisión para mitigar impactos

### **3.3. Identificación de la Necesidad**

Considerando el mapa de experiencia de usuario, se han identificado dos momentos críticos, el primero en la selección de proveedor y el segundo en la ejecución de la inspección. Por ello, las necesidades y oportunidades encontradas deben ser consideradas para construir una solución que incremente la satisfacción de los usuarios.

En ese sentido, la solución a diseñar debe cubrir la necesidad de inspección especializada de infraestructura minera con el objetivo de identificar oportunamente cualquier falla que implique un riesgo en la operación, la integridad del personal y el medio ambiente. Asimismo, la solución debe ser ofrecida por una empresa que cuente con representación nacional para la atención y asesoría oportuna ante incidentes. Además, debe contar con equipamiento que emplee tecnologías habilitadoras como sistemas teleoperados, los cuales deben adaptarse para operar en condiciones ambientales extremas de humedad, temperatura y presión.

## Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio

El presente capítulo desarrollará el proceso para la definición del servicio que permitirá solucionar el problema social relevante, a través del uso de herramientas como *design thinking* y *service design*. Asimismo, se explicará el carácter innovador de la solución, la propuesta de valor y el producto mínimo viable a lanzar.

### 4.1. Concepción del Producto o Servicio

Para la concepción del servicio y la identificación de las necesidades del usuario, se tomaron en cuenta los dos puntos con nivel de satisfacción más bajos del mapa de experiencia del cliente, los cuales son la selección del proveedor y la ejecución de la inspección (ver Figura 2), así como la información recabada durante las entrevistas con el equipo de investigación de Inka Tech. Esto permitió definir las necesidades a cubrir, las cuales se observan en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Necesidades del Usuario*

Ítem	Necesidad	Detalle
1	Mínima intervención humana	Debe permitir la ejecución de las labores de inspección con el mínimo personal en campo.
2	Facilidad de despliegue	Se requiere facilidad para el transporte de equipos y personal, sin requerir una logística y/o infraestructura compleja (grúas, plataformas, andamios, etc.).
3	Flexible y versátil	Se debe adaptar a cualquier tipo de inspección, así como a las condiciones de la locación en la que deba operar.
4	Con soporte especializado	Se debe contar con un equipo de especialistas que proporcionen soporte en campo, así como de forma remota cuando sea requerido por el cliente (24/7).
5	Con menores costos frente a las soluciones tradicionales	El presupuesto para las inspecciones se encuentra limitado a cierto número de tareas programadas al año, por lo cual la solución debe permitir hacer uso eficiente de dichos recursos.
6	Análisis de integridad basado en tecnología	La inspección de la integridad de la infraestructura debe ser soportada por herramientas y modelos de detección basados en tecnología, de tal forma que se pueda identificar con precisión cualquier problema.

Después de identificar las necesidades, se realizó una lluvia de ideas con la finalidad de responder a seis preguntas generadoras, de las cuales se obtuvieron seis posibles soluciones: (S1) montar una red de sensores que permitan el monitoreo de la infraestructura desde una sala de control; (S2) contar con una cuadrilla de inspección motorizada que pueda desplazarse rápidamente al punto en donde se detectó el incidente; (S3) estandarizar los protocolos de identificación y atención de incidentes, los cuales deben ser conocidos por la cuadrilla de inspección; (S4) contar con una cuadrilla de inspección conformada por las principales especialidades técnicas; (S5) contratar un servicio tercerizado de inspección, especializado en infraestructura minera que realice revisiones de acuerdo a un plan de monitoreo; (S6) automatizar las labores de inspección mediante el uso de una tecnología portable que permita analizar e identificar los daños a la infraestructura con una alta precisión. Toda la información generada durante este ejercicio se organizó en el lienzo 6 x 6 (ver Figura 3).

Figura 3

Lienzo 6 x 6

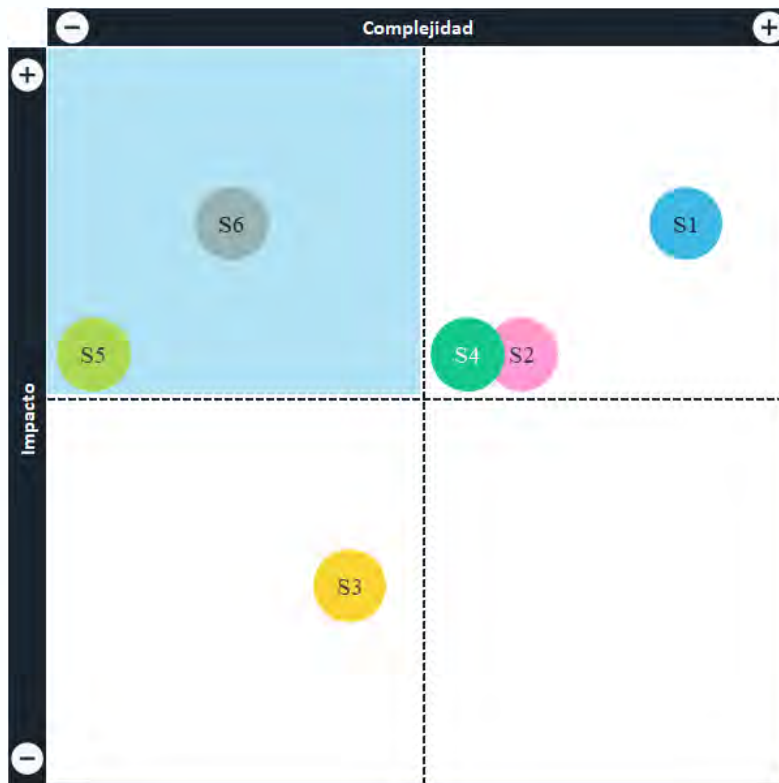
OBJETIVOS		NECESIDADES			
Ayudar a una empresa minera a cubrir de forma eficiente sus necesidades de inspección de infraestructura		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínima intervención humana.</li> <li>• Facilidad de despliegue</li> <li>• Flexible y versátil.</li> <li>• Con soporte especializado.</li> <li>• Con menores costos frente a las soluciones tradicionales.</li> <li>• Análisis de integridad basado en tecnología.</li> </ul>			
¿Cómo podríamos ejecutar inspecciones con mínima intervención humana?	¿Cómo podríamos hacer para que el despliegue de los recursos sea ágil?	¿Cómo podríamos hacer para afrontar diversos escenarios de inspección?	¿Cómo podríamos hacer para brindar soporte especializado?	¿Cómo podríamos hacer para minimizar los costos de inspección?	¿Cómo podríamos hacer para realizar análisis basados en tecnología?
Pocos participantes en el equipo de inspección	Contar con el instrumental mínimo necesario	Contar con herramientas especializadas para cada situación	Contar con técnicos de diversas especialidades	Menor uso de recursos especializados	Uso de sensores que recolecten información
Colocando sensores en puntos específicos de la infraestructura	Los elementos a emplear deben ser ligeros	Contar con personal especializado y experimentado	Presencia de personal técnico 24/7	Solo contar con las herramientas específicas para los casos recurrentes	Automatización de reportes de inspección
Monitoreo de variables críticas desde sala de control	Equipos portátiles	El equipo de inspección debe ser multidisciplinario	Herramientas que se adapten a las necesidades de cada cliente	Tercerizar el servicio	Análisis de datos mediante IA
Uso de cámara telescópica	Planificar con anticipación el traslado de todos los recursos necesarios	Registrar en una bitácora los incidentes pasados y cómo se resolvieron	Capacitar a un pool de técnicos dentro de la empresa	Reducir la frecuencia de inspecciones	Información en la nube
Mediante un equipo teleoperado	Contar con las herramientas en puntos cercanos a los lugares de inspección	Determinar parámetros de inspección para los casos críticos o recurrentes	Solicitar soporte de proveedores extranjeros	Según el histórico de incidentes, listar la infraestructura crítica a inspeccionar.	Automatización de tareas operativas de campo con alto riesgo
SOLUCIÓN 1	SOLUCIÓN 2	SOLUCIÓN 3	SOLUCIÓN 4	SOLUCIÓN 5	SOLUCIÓN 6
Montar una red de sensores que permitan el monitoreo de la infraestructura desde una sala de control	Contar con una cuadrilla de inspección motorizada que pueda desplazarse rápidamente al punto en donde se detectó el incidente	Estandarizar los protocolos de identificación y atención de incidentes, los cuales deben ser conocidos por la cuadrilla de inspección	Contar con una cuadrilla de inspección conformada por las principales especialidades técnicas	Contratar un servicio tercerizado de inspección, especializado en infraestructura minera, que realice revisiones de acuerdo con un plan de monitoreo	Automatizar las labores de inspección mediante el uso de tecnología portable que permita analizar e identificar los daños a la infraestructura con una alta precisión

Al contar con seis soluciones, y considerando las limitaciones iniciales de tiempo y recursos para satisfacer las necesidades de inspección de infraestructura minera, se decidió emplear la matriz de priorización para seleccionar cuál de ellas genera mayor valor al cliente y permite usar los recursos disponibles de forma eficiente (Mind Tools, s.f.). Por ello se evaluaron cualitativamente los parámetros de disponibilidad recursos y costos de implementación para medir la complejidad de poner en marcha el proyecto; y el nivel de satisfacción de las necesidades del cliente para medir su impacto (Ver Apéndice B, Tabla B1). Tanto el concepto de complejidad como el de impacto tienen una escala de tres valores: alto, medio y bajo, los cuales se midieron para cada una de las soluciones (Ver Apéndice C,

Tabla C1), dando como resultado la distribución de estas en la matriz de priorización (ver Figura 4).

#### Figura 4

*Matriz de Priorización y Distribución de Soluciones*



Como se puede apreciar, de las seis soluciones solo dos de ellas deben ser priorizadas por ser de menor complejidad y generar un mayor impacto. La primera solución (S5) consiste en contratar un servicio tercerizado de inspección que se especialice en infraestructura minera para que realice las labores de inspección en función de un plan de monitoreo que forma parte de la programación de mantenimientos preventivos, mientras que la segunda solución (S6) aborda la automatización de las labores de inspección de infraestructura minera con base en una tecnología portable, que permita analizar e identificar los daños a la infraestructura con una alta precisión.

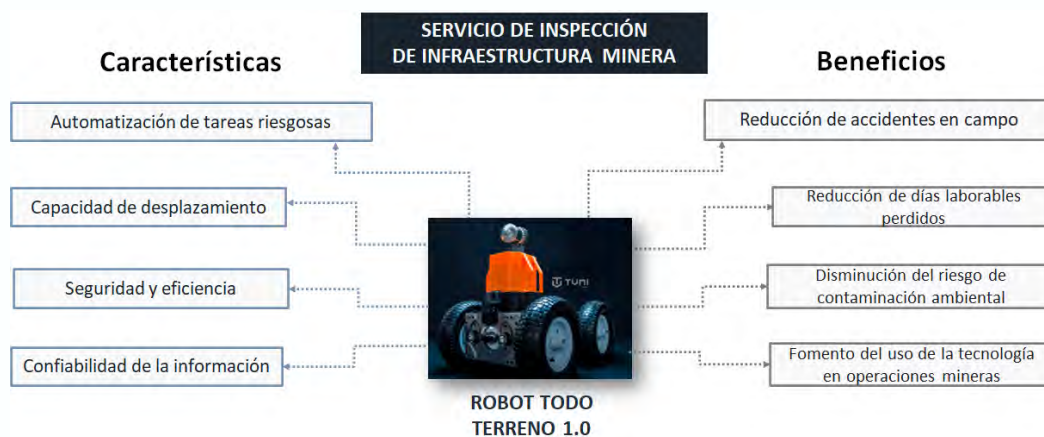
Con estas dos soluciones preseleccionadas, se realizó un ejercicio de convergencia para refinar la propuesta final e identificar las principales piezas que conformarán el prototipo a implementar, el cual debe considerar lo siguiente: ser un servicio tercerizado, debe emplear tecnología portable, debe permitir el monitoreo bajo cierta frecuencia y debe identificar potenciales daños en la infraestructura con un alto nivel de precisión. Esto permitió caracterizar el servicio a implementar de la siguiente manera: inspección tercerizada de la infraestructura minera mediante el uso de un robot teleoperado, conocido como robot todo terreno 1.0, a través del cual se recaba información que posteriormente es procesada mediante el uso un software especializado, cuyo análisis de resultados y recomendaciones se comparten al cliente. El esquema general del servicio y sus etapas se pueden observar en la Figura 5.

**Figura 5**

*Esquema General del Servicio*



Asimismo, durante el diseño del servicio se determinaron algunas características importantes y principales beneficios que se obtienen con su implementación, los cuales se aprecian en la Figura 6.

**Figura 6***Principales Características y Beneficios del Servicio*

Finalmente, y como parte de los testeos del robot, el equipo de investigación de Inka Tech realizó un piloto de inspección en una importante empresa minera, producto del cual se obtuvieron recomendaciones que se plasmaron en el lienzo blanco de relevancia (Ver Apéndice D, Figura D1); algunas de las más importantes fueron las siguientes: mayor autonomía del equipo, mayor resistencia a ambientes extremos, capacidad para trabajar en infraestructura compleja y el reconocimiento automático de fallas.

#### 4.2. Desarrollo de la Narrativa

Para el desarrollo de la narrativa se empleó la metodología de *design thinking*, la cual se centra en el usuario, identificando sus necesidades y las características a contemplar en el diseño de una solución deseable, fiable y viable que permita cubrir sus requerimientos (IDEO Design Thinking, s.f.). Esta metodología consta de cinco fases, las cuales son: empatizar, definir, idear, prototipar y testear (Irigaray, 2021).

En la fase de empatizar se identificó el perfil del usuario y sus necesidades, inicialmente mediante la búsqueda de información de fuentes secundarias, como informes, artículos y revisas electrónicas, lo cual permitió conocer el contexto de la minería local y los procesos relacionado al mantenimiento preventivo de la infraestructura minera, y después, mediante entrevistas al equipo de investigación y a tres empresas mineras. Para ello se

elaboró una guía de entrevista (ver Apéndice A, Tabla A1) que permitió relevar información directamente de los usuarios (ver Apéndice A, Tabla A2).

En la fase de definir, se clasificó y consolidó la información relevada con la finalidad de construir el lienzo meta usuario (ver Figura 1) y el mapa de experiencia del cliente (ver Figura 2). El resultado de esta fase fue mapear el perfil de las empresas mineras, así como los puntos de dolor y sus necesidades a lo largo del proceso de inspección de infraestructura.

En la fase de idear, se analizó a detalle las necesidades identificadas y, mediante una lluvia de ideas, se respondieron las preguntas generadoras que permitieron definir potenciales soluciones, las cuales se organizaron en el lienzo 6 x 6 (ver Figura 3). Después de ello se establecieron los criterios para evaluar las soluciones, basados en el impacto (nivel de satisfacción de las necesidades del cliente) y en la complejidad (disponibilidad de recursos y capacidad para desplegar la solución). Como resultado, se priorizaron dos soluciones complementarias (ver Figura 4), las cuales se consolidaron en un único servicio.

En la fase de prototipar, se realizó una lluvia de ideas y en conjunto con la información de los lienzos, se definió el esquema general del servicio, así como sus principales características y beneficios (ver Figura 5 y Figura 6), los cuales sirven como base para definir la propuesta de valor y el producto mínimo viable. Como parte de la fase de testeo, Inka Tech realizó algunas pruebas en las instalaciones de una importante empresa minera, cuyos resultados se plasmaron en un lienzo blanco de relevancia (ver Apéndice D, Figura D1). Esta retroalimentación permitió mejorar y modificar el servicio de inspección para cerrar las brechas respecto a las necesidades del cliente.

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

La solución que se busca ofrecer consiste en un servicio de inspección de túneles y ductos basado en el uso de componentes tecnológicos: un robot y un software. Por un lado, se destaca al robot por la facilidad al operarlo en condiciones de difícil acceso, generadas por el



ambiente (humedad, presión y temperatura), y por el sistema remoto que tiene integrado, el cual reproducirá videos en alta definición y mapas digitales en 2D y 3D de los túneles y ductos recorridos en tiempo real (Cuéllar & López, 2020 p. 2). Por otro lado, esta solución incluirá un software de reproducción y procesamiento de información que analiza los datos recolectados de forma ágil y es muy útil para el diagnóstico y generación de los reportes de inspección, así como para la visualización de los videos e imágenes. Al respecto, se consideró importante investigar sobre patentes de robots, dado que es el principal componente tecnológico del servicio de inspección, encontrándose así —a partir de la búsqueda de páginas web como Patentscope y Google Patentes— solicitudes de patentes relacionadas a invenciones para lograr inspecciones de infraestructura marina y subterránea utilizando robots, según se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Patentes sobre Robots de Inspección*

N°	Nombre	Descripción	Información Adicional	País	Página Web
1	Método y dispositivo para la localización exacta de anomalías en el interior de un canal o canaleta de concreto confinado de gran extensión.	Sistema que permite conocer el estado interior de un canal/canaleta y estimar con precisión la ubicación de un robot de inspección en el interior del canal/canaleta.	Número de solicitud: 2021002215 Fecha de presentación: 19/08/2021 Número de publicación: 2021002215 Fecha de publicación: 18/04/2022	Chile	<a href="https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CL360609827&amp;_cid=P10-L3GKBA-05950-1">https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CL360609827&amp;_cid=P10-L3GKBA-05950-1</a>
2	Robot para inspección de tuberías con reconstrucción tridimensional de imágenes	Robot para inspección de tuberías con reconstrucción tridimensional de imágenes, lo cual facilita la identificación y el análisis de la deformación y el desgaste del interior de las tuberías.	Número de solicitud: 2020001693 Fecha de presentación: 26/10/2020 Número de publicación: 2021-2216 Fecha de publicación: 19/11/2021	Perú	<a href="https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=PE344435510">https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=PE344435510</a>
3	Robot for underwater pipeline inspection	Robot de inspección para tuberías submarinas, cuyo rango de detección se amplía para identificar oportunamente el daño de la tubería.	Número de solicitud: 201922088393.7 Fecha de presentación: 28/11/2019 Número de publicación: 211475225 Fecha de publicación: 11/09/2020	China	<a href="https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN306935317&amp;_cid=P21-L3GJSH-68226-1">https://patentscope.wipo.int/search/es/detail.jsf?docId=CN306935317&amp;_cid=P21-L3GJSH-68226-1</a>
4	Plataforma robótica para inspección interna de tuberías	Robot de inspección para tuberías que transportan diferentes tipos de fluidos (líquidos o gases).	Número de solicitud: PCT/CO2013/000001 Fecha de presentación: 14/05/2013 Número de publicación: WO2013167094A3 Fecha de publicación: 20/02/2014	Colombia	<a href="https://patents.google.com/patent/WO2013167094A3/es?q=robot+%2b+inspecci%C3%B3n">https://patents.google.com/patent/WO2013167094A3/es?q=robot+%2b+inspecci%C3%B3n</a>

N°	Nombre	Descripción	Información Adicional	País	Página Web
5	地下矿山安全巡检 智能机器人  (Robot inteligente para inspección de seguridad de minas subterráneas)	Robot de inspección móvil que permite garantizar la seguridad de las minas subterráneas, debido al sistema de protección alto que permite prevenir y/o controlar la caída de las rocas.	Número de solicitud: CN201920313380U Fecha de presentación: 13/03/2019 Número de publicación: CN209604091U Fecha de publicación y concesión: 08/11/2019	China	<a href="https://patents.google.com/patent/CN209604091U/en?q=CN209604091U">https://patents.google.com/patent/CN209604091U/en?q=CN209604091U</a>

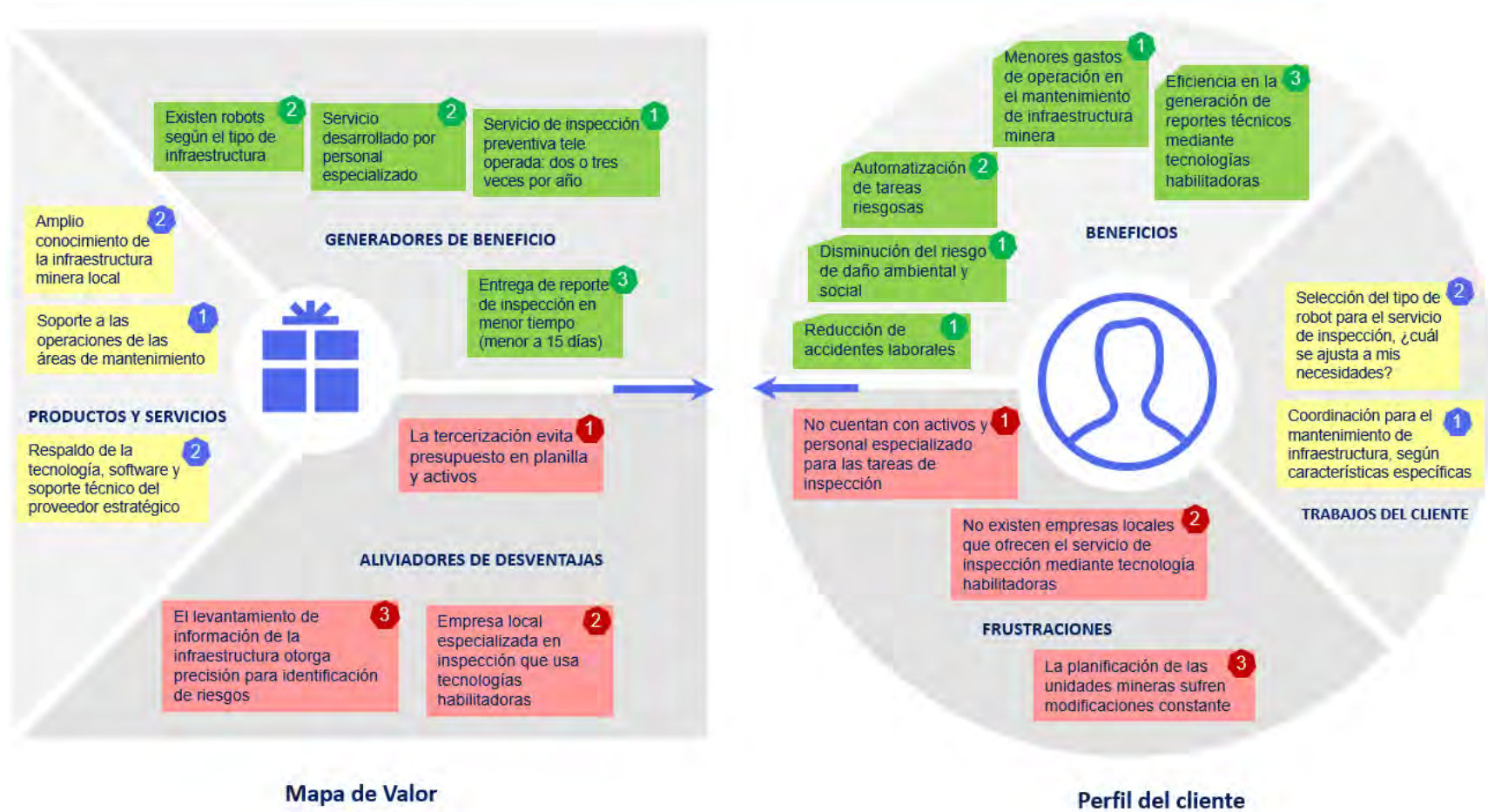
Por lo expuesto, considerando que la propuesta consiste en el servicio de inspección de túneles y ductos, a través del uso de componentes tecnológicos como los robots y el software, y que, además, a nivel internacional, existen robots creados para explorar y examinar infraestructuras (ver Tabla 3), se puede afirmar que el modelo de negocio planteado es un servicio innovador, sobre todo porque, a nivel nacional, los procesos de inspección en minería continúan realizándose de manera tradicional sin emplear componentes tecnológicos de alta especialización como los robots y software. Por consiguiente, con esta solución, las compañías mineras encontrarán en el mercado un servicio que se adapte a sus requerimientos específicos de infraestructura y que les provea de información clave, a partir del diagnóstico y análisis de riesgos, para una mejor toma de decisiones que evite impactos negativos en la sociedad, el medioambiente y la empresa.

#### 4.4. Propuesta de Valor

La propuesta de valor se ha desarrollado a partir de la identificación de las características particulares del perfil del usuario, así como de sus necesidades y las situaciones que le generan beneficios y frustraciones. Dicha información resulta relevante porque permite determinar las características de mayor valor para el usuario, las cuales se ven reflejadas a través del lienzo planteado por Osterwalder et al. (2010), con el propósito de definir el servicio a ofrecer. En ese sentido, se elaboró un lienzo de propuesta de valor para el modelo de negocio de la presente tesis, la cual se puede apreciar en la Figura 7.

**Figura 7**

*Lienzo de Propuesta de Valor*



Nota. Adaptado de *Generación de modelos de negocios. Un manual para visionarios, revolucionarios y retadores*, Osterwalder et al., 2010

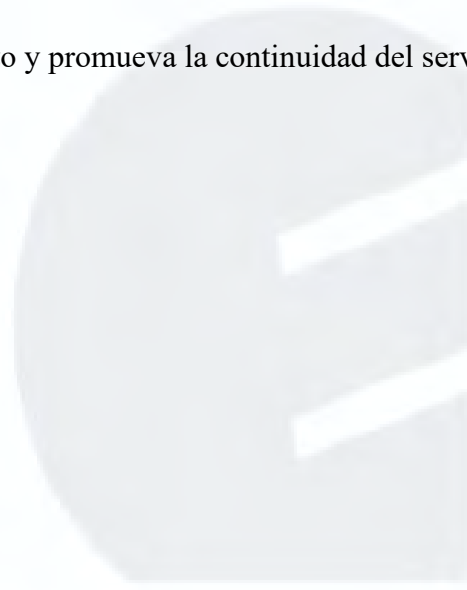
La solución para resolver la necesidad del usuario se encuentra a través del encaje de la propuesta de valor, el cual tiene como objetivo aliviar las frustraciones y desventajas que enfrenta el usuario. Por ello, la solución esté orientada a que se brinde un servicio de inspección de túneles y ductos a cargo de personal especializado y mediante el uso de robots adaptables a cada tipo de infraestructura según las condiciones mineras, lo cual automatizará tareas peligrosas de inspección. Asimismo, el servicio de inspección preventiva teleoperada tendrá una periodicidad sugerida de dos o tres veces por año para reducir los riesgos asociados y este servicio implica la entrega de reportes en un menor tiempo, los cuales se generarán a partir del uso de tecnologías habilitadoras como software especializado.

#### **4.5. Producto Mínimo Viable (PMV)**

A partir de la información considerada en los puntos anteriores del presente capítulo y debido a que la propuesta de negocio es un servicio de inspección de infraestructura (ductos y túneles) en operaciones mineras, se considera como herramienta para el diseño del servicio al esquema de *service blueprint*. Respecto al *service blueprint*, Fantino (2021) señaló que “es una herramienta estratégica que ayuda a crear el diseño de servicio para una empresa y permite tener una descripción detallada de las partes visibles y no visibles de la prestación de un servicio”. En ese sentido, de acuerdo con Gibbons, esta herramienta se utiliza para comprender cómo se estructura un servicio considerando las interacciones del cliente y sus evidencias físicas, así como, las actividades que se realizan directamente hacia el cliente o *frontstage*, las actividades que se realizan indirectamente o *backstage*, y los procesos de soporte que hacen posible su ejecución (2017). Por lo que, un *service blueprint* ayuda a las organizaciones a visualizar cómo se implementaría un servicio y cómo sería utilizado por los clientes (Gibbons, 2017).

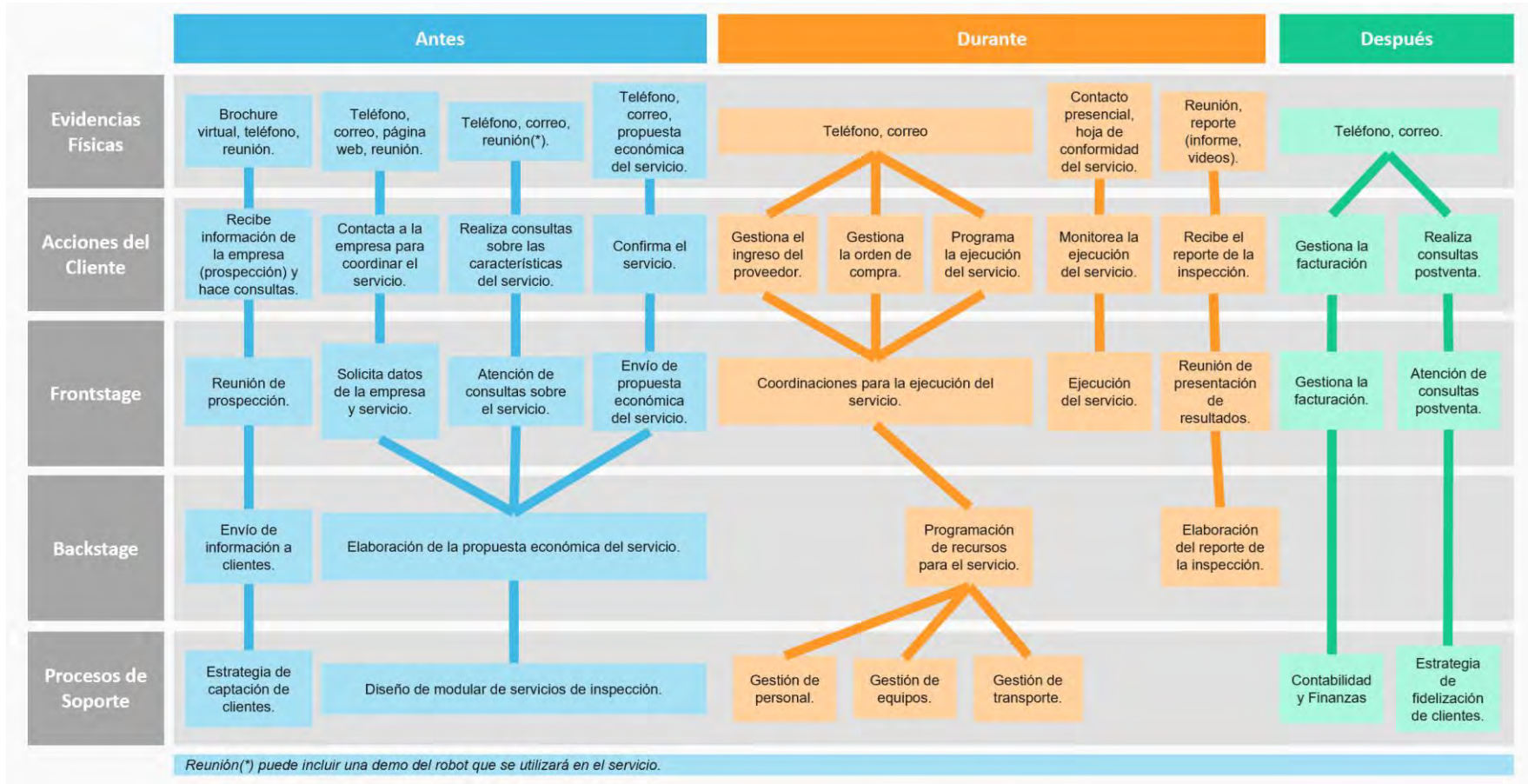
El *service blueprint* diseñado para el modelo de negocio propuesto se muestra en la Figura 8 y destacan las tareas *frontstage* como claves para la gestión de la venta y aplicación

del servicio, por ello, será importante la selección de personal de ventas con experiencia y de personal técnico especializado. Además, es relevante la habilitación de los canales de comunicación señalados como teléfono, correo electrónico, página web y reuniones con clientes en sesiones presenciales o virtuales, según la necesidad. Finalmente, un buen servicio debe estar respaldado por procesos de soporte robustos que involucren una sólida estrategia de captación de clientes, un diseño modular de los servicios de inspección para agilizar la elaboración de la propuesta económica, una gestión de los recursos (personas, equipos, transporte, etc.) para asegurar la programación oportuna, y una estrategia de fidelización de clientes que busque mantener relaciones a largo plazo y promueva la continuidad del servicio.



**Figura 8**

*Service Blueprint del Servicio de Inspección de Infraestructura para el Sector Minero*



## Capítulo V. Modelo de Negocio

El presente capítulo desarrollará el modelo de negocio de la solución propuesta para empresas mineras que requieren de un servicio de inspección de infraestructura que sea confiable y de alta calidad. Además, se analizará la viabilidad financiera en función de los resultados del flujo de caja proyectado a cinco años y su escalabilidad dentro del mercado. Finalmente, se evaluará la sostenibilidad, así como su relación con los ODS y su impacto.

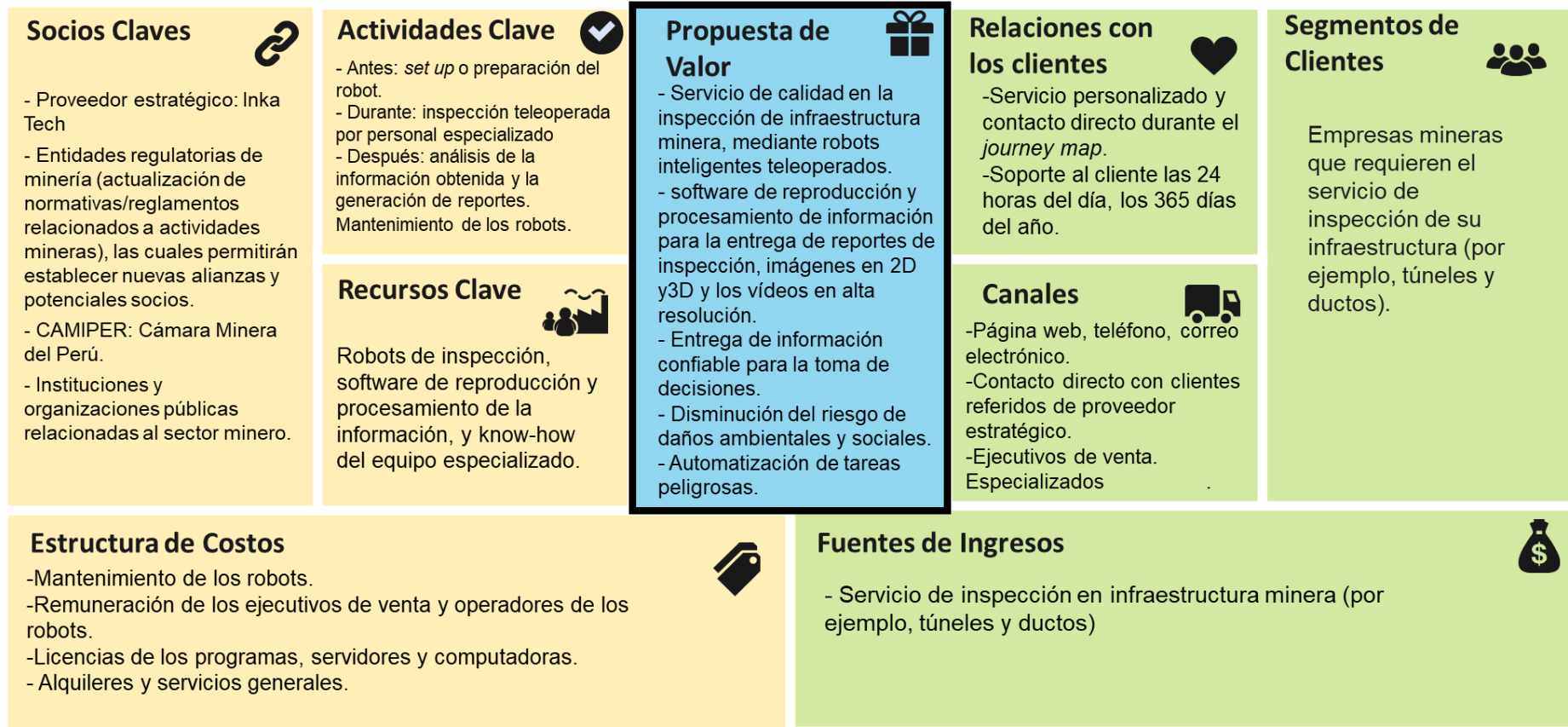
### 5.1. Lienzo del Modelo de Negocio

La propuesta de modelo de negocio está relacionada a la venta de un servicio de inspección de infraestructura minera basado en el uso de componentes tecnológicos mediante robots teleoperados que se adaptan a condiciones ambientales extremas y a zonas de difícil acceso. Estos robots cuentan con características que sobresalen por su operatividad en condiciones extremas, debido a los sensores que recaban información y luego son procesadas mediante un software especializado, lo cual permitirá reducir el tiempo de inspección y entrega de los resultados en menor tiempo, debido a que cuenta con sistema remoto mediante la reproducción de videos en alta definición y mapas digitales en 2D y 3D de los túneles y ductos recorridos en tiempo real. Asimismo, el uso de tecnologías en este proceso ayudaría a reducir el riesgo de daños por las tareas riesgosas. A ello se suma el software de reproducción y procesamiento de información que analizará los datos recolectados.

El modelo de negocio describe las bases que crean, proporcionan y dan valor a las empresas, las cuales cubren las principales áreas de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica (Osterwarlder y Pigneur, 2010). Para ello, se definió el segmento de clientes, el cual está conformado por empresas mineras que requieren el servicio de inspección de su infraestructura minera, como por ejemplo túneles y ductos, como bien se puede apreciar en la Figura 9.

**Figura 9**

*Lienzo de Modelo de Negocio*



*Nota.* Adaptado de *Generación de modelos de negocios. Un manual para visionarios, revolucionarios y retadores*, Osterwalder et al., 2010



En ese sentido, es importante definir los canales de comunicación, distribución y venta que establecerán el contacto con el cliente, por lo que se contará con una página web, atención personalizada vía teléfono, correo electrónico y ejecutivos de venta especializados que darán el soporte al proceso de ventas. Asimismo, se establecerá contacto directo con los clientes referidos por el proveedor estratégico clave, el cual cuenta con experiencia en el mercado. Este relacionamiento con los clientes se realizará mediante un servicio personalizado y contacto directo durante el *journey map*, brindando un soporte al cliente las 24 horas del día y los 365 días del año. Una vez identificado el segmento, relacionamiento y canal hacia el cliente, es importante definir las fuentes de ingresos, los cuales provendrán de la venta del servicio de inspección de infraestructura minera y de las demostraciones.

Del mismo modo, para el buen funcionamiento del modelo de negocio, es importante definir los recursos claves que son los componentes más relevantes, los cuales están comprendidos por: robots de inspección, software de reproducción y procesamiento de la información, y know-how del equipo especializado. Asimismo, para garantizar el modelo de negocio es importante las asociaciones y alianzas estratégicas que permitan la reducción de riesgos o adquisición de recursos. Para ello, se consideró a Inka Tech como principal socio estratégico para el desarrollo de la propuesta de valor.

Finalmente, lo antes descrito permite identificar la deseabilidad de esta propuesta de valor, la cual será validada por la siguiente hipótesis:

- Hipótesis 1 (H1): Las empresas mineras están dispuestas a ejecutar el proceso de inspección de infraestructura, a través del uso de componentes tecnológicos mediante robots teleoperados que se adaptan a condiciones ambientales extremas y a zonas de difícil acceso.

## 5.2. Viabilidad del Modelo de Negocio

Respecto a la sostenibilidad financiera del negocio, se elaboró el estado de ganancias y pérdidas, así como el flujo de caja proyectado a cinco años, ver la Tabla 4. Los ingresos son generados por la venta del servicio de inspección de infraestructura minera y de las “demos”, se asume un incremento anual del 3%, similar a la variación porcentual anual del PBI del sector minero metálico (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2021a, p. 36), mientras que los egresos son generados por los gastos de planilla, gastos de venta (comisiones, página web), servicios básicos (luz, agua, internet, telefonía), alquileres y servicios tercerizados (alquiler de equipos, mantenimiento, contabilidad, legal, tecnología). La inversión en capital (*capex*) para la compra de laptops y celulares asciende a 46 mil soles, además se requiere 526 mil soles de capital de trabajo para sostener el incremento de las operaciones. Considerando una tasa de descuento del 9.52%, se obtiene un valor actual neto (VAN) de 16.19 millones de soles, una tasa interna de retorno (TIR) de 217.15%, una tasa interna de retorno modificada (TIRM) de 174.81% y un índice de ganancias (IR) de 98.78. Con este resultado, el retorno de la inversión capital se dará en un periodo de dos años.

**Tabla 4***Estado de Ganancias y Pérdidas y Flujo de Caja Proyectado*

I. Estado de ganancias y pérdidas	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas	S/	-	S/	1,435,200	S/	1,794,000	S/	3,229,200	S/	3,767,400	S/	4,305,600
Costo de Ventas	S/	-	S/	478,568	S/	597,040	S/	942,720	S/	1,099,060	S/	1,255,400
Utilidad bruta	S/	-	S/	956,632	S/	1,196,960	S/	2,286,480	S/	2,668,340	S/	3,050,200
Gastos generales y administrativos	S/	-	S/	440,169	S/	450,352	S/	569,854	S/	583,220	S/	597,854
Gastos comerciales y de venta	S/	-	S/	257,634	S/	264,230	S/	377,702	S/	410,444	S/	443,186
EBITDA	S/	-	S/	258,829	S/	482,378	S/	1,338,924	S/	1,674,676	S/	2,009,160
Gastos financieros	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Depreciación del periodo	S/	-	S/	4,313	S/	4,313	S/	10,563	S/	10,563	S/	7,000
Utilidad antes de impuestos	S/	-	S/	254,516	S/	478,065	S/	1,328,362	S/	1,664,114	S/	2,002,160
Impuestos	S/	-	S/	75,082	S/	141,029	S/	391,867	S/	490,914	S/	590,637
Utilidad neta	S/	-	S/	179,434	S/	337,036	S/	936,495	S/	1,173,200	S/	1,411,523
II. Flujo de caja	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
EBIT	S/	-	S/	254,516	S/	478,065	S/	1,328,362	S/	1,664,114	S/	2,002,160
Impuestos	S/	-	S/	75,082	S/	141,029	S/	391,867	S/	490,914	S/	590,637
Depreciacion	S/	-	S/	4,313	S/	4,313	S/	10,563	S/	10,563	S/	7,000
NOPAT	S/	-	S/	183,746	S/	341,348	S/	947,058	S/	1,183,763	S/	1,418,523
Capex	S/	24,500	S/	-	S/	25,000	S/	-	S/	3,000	S/	-
Capital de trabajo	S/	141,169	S/	48,529	S/	190,979	S/	72,829	S/	72,724	S/	-
Perpetuidad	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	21,749,367
FCF	-S/	165,669	S/	135,217	S/	125,369	S/	874,228	S/	1,108,039	S/	23,167,890
VAN	S/.16,199,885											
TIR	217.15%											
TIRM	174.81%											
IR	98.78											

### 5.3. Escalabilidad del Modelo de Negocio

La escalabilidad está relacionada a las oportunidades de crecimiento y desarrollo del sector minero en Perú porque la existencia de nuevos proyectos incrementa la necesidad de servicios relacionados a la operación. Al respecto, cabe mencionar que la inversión minera se ha incrementado en un 11.4% entre el 2021 y 2022 según el MINEN en el Boletín Estadístico Minero de abril del 2022, donde también se indica que la etapa de exploración concentra el 28% de la inversión con 343 proyectos vigentes, lo cual refleja el crecimiento del sector y el potencial de recursos minerales del país (MINEN, 2022, p.3). Además, los clientes foco del proyecto son las empresas mineras que están bajo el régimen general, las cuales ascendieron a 107 en el 2020, según información del Foro de Minería y Desarrollo (2020).

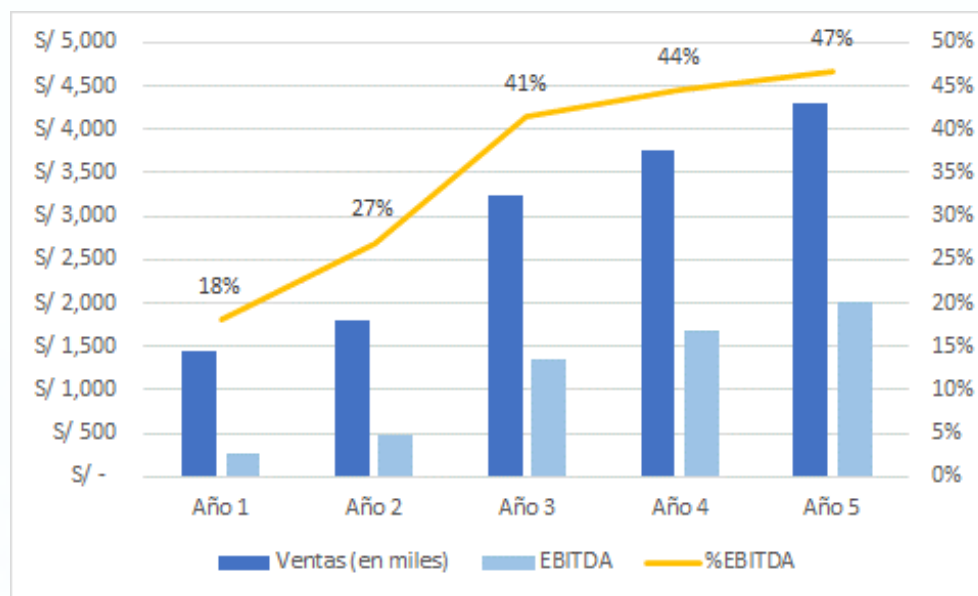
En ese sentido, la empresa planifica ingresar al mercado con una propuesta conservadora y se estima una demanda de ocho servicios anuales, que implican la atención de cuatro proyectos mineros con dos servicios anuales por proyecto y llegar al quinto año con la atención a ocho proyectos con un promedio de tres servicios anuales por proyecto. La meta de mercado conservadora se debe a que la tecnología que emplea el robot se encuentra en estabilización y está en la etapa de *early adopters* en el proceso de innovación, a ello se suma que las empresas mineras asignan una baja priorización a la inspección de su infraestructura operativa debido a sus altos estándares de construcción. Además, este servicio tiene poca competencia a nivel regional y por ello tiene potencial de expansión en Latinoamérica.

Finalmente, se analiza la información financiera considerando la intervención de la empresa en el mercado local, en la Figura 10 se muestra la evolución de las ventas y el *earnings before interest, taxes, depreciation and amortization* (EBITDA), donde se aprecia existe un crecimiento sostenido del EBITDA respecto a las ventas con excepción del tercer año, lo cual es causado por un incremento en los costos de ventas y gastos administrativos

por la incorporación de personal adicional a la planilla de operaciones y ventas, con lo cual se incrementa la capacidad de la operación hasta el final del proyecto.

**Figura 10**

*Proyección de Ventas versus EBITDA para el Horizonte de Proyecto*



#### 5.4. Sostenibilidad del Modelo de Negocio

Un modelo de negocio sostenible es aquel que crea una ventaja competitiva mediante la generación de un valor superior para el cliente y, además, contribuye a la sostenibilidad del desarrollo de la empresa y la sociedad (Lüdeke-Freund, 2010, p. 23). En ese sentido, el modelo de negocio propuesto no solo busca crear valor para el cliente, a través de un servicio de inspección basado en el uso de componentes tecnológicos, sino también pretende lograr un desarrollo sostenible para las empresas mineras y la población, a partir de su impacto en las metas de los ODS 3 (Salud y Bienestar), ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento), ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico), ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), tal como se muestra en la Tabla 5, teniendo en cuenta los 17 objetivos señalados por las Naciones Unidas (2018, pp. 3-4).

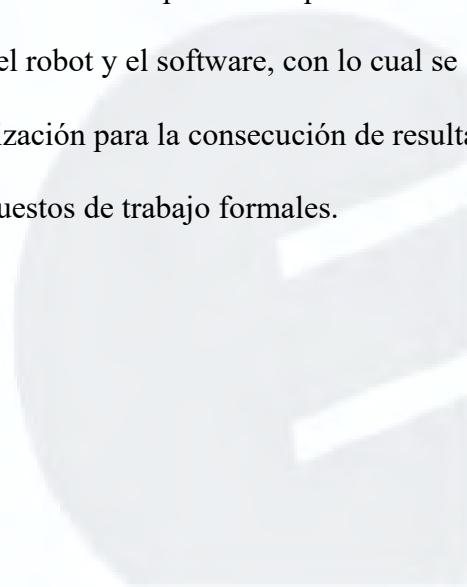
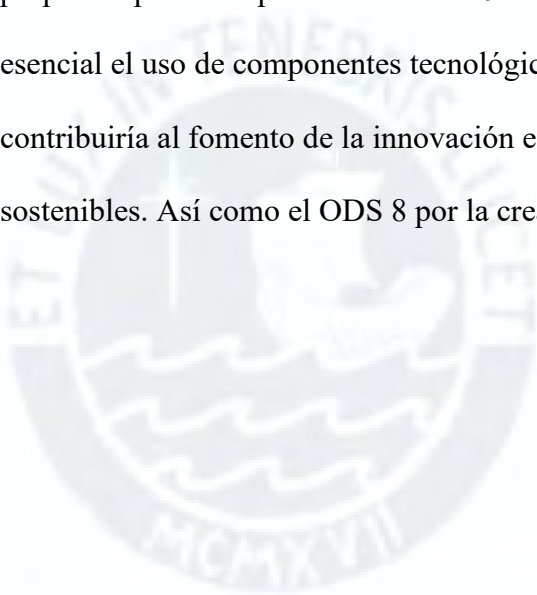
**Tabla 5***Metas de los ODS relacionados al Modelo de Negocio*

ODS	Objetivo	Metas
3. Salud y Bienestar	Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades	3.9 De aquí a 2030, reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo.
6. Agua Limpia y Saneamiento	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.	6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.	8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros. 8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.
9. Industria, Innovación e Infraestructura	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.	9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas. 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.
15. Vida de Ecosistemas Terrestres	Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.	15.1 Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales 15.3 De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras. 15.4 De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible.

*Nota.* Adaptado de “*La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*” por las Naciones Unidas, 2018.

([https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)). Información de dominio público.

Con relación a lo anterior, es importante precisar que dichos objetivos fueron seleccionados debido a la repercusión que podría tener el modelo de negocio sobre ellos. Así pues, al realizarse el servicio de inspección de túneles y ductos de forma preventiva en las minas, se podría impactar positivamente en el ODS 3, al reducirse el riesgo de accidentes mortales y enfermedades causadas por inhalación de gases tóxicos; y, también, en los ODS 6 y ODS 15, al evitar y/o disminuir el daño ambiental a los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como a la biodiversidad que habita en ellos. Adicionalmente, el modelo de negocio propuesto podría impactar en el ODS 9 en tanto el servicio de inspección requiere de manera esencial el uso de componentes tecnológicos, como el robot y el software, con lo cual se contribuiría al fomento de la innovación e industrialización para la consecución de resultados sostenibles. Así como el ODS 8 por la creación de puestos de trabajo formales.



## Capítulo VI. Solución Deseable, Factible y Viable

El presente capítulo muestra los resultados de la validación de la hipótesis descrita previamente, con el fin de evidenciar la deseabilidad de la solución propuesta. Para ello, se realizaron encuestas al personal administrativo de las compañías mineras para evaluar cuál sería su disposición para adquirir los servicios de inspección de infraestructura minera mediante un robot teleoperado. Asimismo, se presenta los resultados de la evaluación de la factibilidad y viabilidad del modelo de negocio.

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

Para evaluar la deseabilidad de la solución propuesta, se tomó en cuenta la hipótesis generada y se formuló una encuesta dirigida al personal administrativo de las compañías mineras (ver Apéndice E, Tabla E1). A continuación, se muestra el proceso de validación.

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

A partir de las entrevistas realizadas a los usuarios y las reuniones con el equipo de investigación de Inka Tech, se formuló la siguiente hipótesis clave:

- H1: Las empresas mineras están dispuestas a ejecutar el proceso de inspección de infraestructura, a través del uso de robots teleoperados que se adaptan a condiciones de difícil acceso.

Para la validación de esta hipótesis, además de las encuestas realizadas, fueron importantes las reuniones con el equipo de investigación de Inka Tech, mediante las cuales se obtuvo información de las demos realizadas a potenciales clientes.

#### 6.1.2. Experimentos Empleados para Validar la Hipótesis

Por un lado, para validar la hipótesis planteada, se generaron reuniones con el equipo de investigación de Inka Tech, a través de las cuales se determinó que la realidad de las compañías mineras es que éstas no otorgan mayor importancia a la ejecución preventiva del proceso de inspección de infraestructura, debido a que la mayoría de las veces el



requerimiento de inspección surge después de haberse producido algún incidente o accidente. Como muestra de ello, se encuentran el caso de la compañía minera Antamina, ya que, en 2012, hubo una rotura del codo de una tubería del mineroducto, y el caso de la compañía minera Vale, pues, en 2019, una represa de la compañía se rompió y, producto de ello, se produjo una avalancha de lodo con residuos de minerales (ver Figura 11). En ambos casos, no hubo una inspección preventiva, lo cual hubiese ayudado a evitar los daños ocasionados a la sociedad, medioambiente y empresa.

### Figura 11

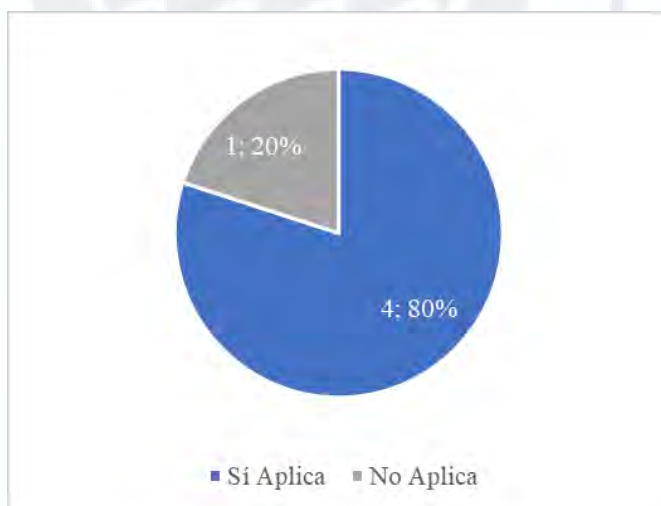
*Consecuencias de la Baja Priorización de Inspección Preventiva de Infraestructura Minera*



Por otro lado, se formuló una encuesta de diez preguntas, cuyo objetivo fue identificar si los potenciales clientes estarían dispuestos a adquirir los servicios de inspección de infraestructura minera mediante un robot teleoperado. Para ello, se aplicó dicha encuesta a cinco colaboradores de compañías mineras, cuyos resultados evidenciaron que el 80% de las empresas consultadas estaría de acuerdo con aplicar el servicio de inspección a las operaciones de mantenimiento (ver Figura 12). Al respecto, es importante mencionar que debido a que la propuesta de negocio está basada en un modelo B2B enfocado en brindar un servicio a compañías mineras, se optó por usar el método de muestro no probabilístico mediante la técnica de conveniencia, a través de la cual se seleccionó a cinco empresas accesibles y que aceptaron ser parte de la investigación (Otzen & Manterola, 2017, p. 230).

### Figura 12

*Aplicabilidad del Servicio de Inspección Mediante Robot Teleoperado a las Operaciones de Mantenimiento*



Asimismo, otro resultado que se destaca es que el 100% de las empresas consultadas se mostró interesado en una demostración del servicio en campo (ver Figura 13), lo cual es una cifra significativa, pues el porcentaje de las compañías mineras dispuestas a contratar el servicio podría ser mayor.

**Figura 13**

*Interés de una Demostración del Servicio de Inspección en Campo*



Lo anterior se reafirma porque el 100% de los encuestados afirmaron que sí estarían dispuestos a adquirir el servicio de manera anual, diferenciándose por el número de servicios a contratar, tal como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Número de Servicios de Inspección a Contratar Anualmente*

Empresa	Número de Servicios a Contratar	Porcentaje del Total
A	1	6%
B	8	44%
C	2	11%
D	1	6%
E	6	33%
Total	18	100%

## **6.2. Validación de la Factibilidad de la Solución**

### **6.2.1. Plan de Marketing**

Pues bien, la elaboración del plan de marketing involucra una serie de herramientas que permitirán definir objetivos, estrategia y enfoque. Como bien señaló Kotler (2012), un plan de marketing lo traza la compañía para identificar a qué clientes atenderá y cómo

generará valor para ellos. En ese sentido, se ha elaborado una propuesta que posicione a la marca y penetre en el mercado nacional para los próximos cinco años.

**6.2.1.1. Objetivos.** Teniendo en cuenta el análisis realizado y lo que busca alcanzar la empresa, se han planteado los siguientes objetivos de marketing:

- Implementar una estrategia de posicionamiento de marca, especialmente en medios masivos referentes y entrevistas especializadas, para posicionarnos en el mercado en los próximos dos años.
- Crear una página web y redes sociales, como Facebook, Instagram y LinkedIn, a inicios del periodo 2023, para poder posicionar la marca mediante dichos medios.
- Lograr tener un crecimiento mensual sostenido equivalente a un 5% durante el primer año de ofrecimiento del servicio al mercado.
- Penetrar el mercado nacional y conseguir al menos dos nuevos clientes locales en el 2023, a través de la participación de eventos relacionadas al sector minero, como PERUMIN.
- Convertir a los nuevos clientes captados en el 2023 en clientes recurrentes hacia el 2024, a través de estrategias de fidelización que contemplen servicios preferentes o descuentos especiales al mantener contratos anuales.

**6.2.1.2. Estrategia General.** Está alineada a las estrategias de ventas en los primeros cinco años, además de estar ajustada al plan de marketing. En ese sentido, se tiene previsto ingresar al mercado en el primer año con una propuesta conservadora de gestión de mínimo ocho servicios anuales, los cuales estarán alineados a la fijación de contratos anuales de mínimo 50 mil dólares por cliente en el primer y segundo año de operación. Por otro lado, lograr convertir clientes recurrentes en al menos el 50% de los clientes nuevos captados en el año 2024 para sostener el crecimiento de la compañía hacia el 2025. Finalmente, al quinto año de operación, llegar a cubrir la atención de ocho proyectos con un promedio de tres

servicios anuales por proyecto, y lograr ventas de al menos S/ 1'700,000 hacia el segundo año de operación y mantener un crecimiento sostenido hacia el quinto año.

**6.2.1.3. Segmentación del Cliente.** Para la segmentación de los potenciales clientes se ha considerado variables del sector minería entre las cuales encontramos: tipos de minerales explotados, dimensiones de las operaciones mineras, distribución por zona geográfica, volumen de producción y exportación, y potencial de crecimiento.

Por lo antes expuesto, es importante mencionar que el Perú es un país rico en reservas minerales de diferente tipo las cuales son explotadas a través de 676 unidades mineras a nivel nacional (Dirección de Promoción Minera, 2022, p. 17), de estas, el 58% se enfocan en la explotación de minerales metálicos y 42% en la explotación de minerales no metálicos (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2020a). Respecto a las unidades mineras que explotan minerales metálicos, estas pueden clasificarse en función de la dimensión de sus operaciones, como minerales artesanales, pequeños productores mineros y régimen general.

Por su parte, estas principales unidades mineras se encuentran distribuidas a nivel nacional en 11 departamentos del Perú, siendo Junín, La Libertad, Arequipa, Áncash y Pasco los que tienen mayor cantidad y participación. Esto se ve expresado en la participación del PBI minero metálico respecto al total del PBI nacional fue de 8.5%, siendo el cuarto sector con mayor aporte. Asimismo, dentro de la minería metálica, los minerales con mayor aporte a la producción fueron el cobre con 55.3%, el zinc con 13.7% y el oro con 9.9% (MINEM, 2021a, p. 56).

A partir de ello, se ha identificado al Segmento 1 conformado por las por las unidades mineras metálicas de régimen general, dedicadas a la producción de cobre, oro y zinc, ubicadas en los departamentos de La Libertad, Ancash, Pasco, Junín y Arequipa.

Por otro lado, el Segmento 2 conformado por las unidades mineras metálicas de régimen general, dedicadas a la producción de cobre, oro y zinc, ubicadas en los departamentos de Cajamarca, Ayacucho, Apurímac, Moquegua y Puno.

**6.2.1.4. Análisis de Competidores.** Respecto al mercado de empresas de servicios de inspección de infraestructura minera, se ha analizado a los competidores según la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Matriz de Potenciales Competidores*

Aspectos Claves / Competidores	SGS (Perú)	Flyability (Suiza)	Maquintel (Chile)	Eddyfi Technologies (Canadá)
¿A qué se dedica?	Soluciones a todo tipo de industria (medioambiente, agricultura, minería, pesca, etc.) y certificación de sistemas de gestión, productos de consumo, entre otros.	Inspección visual en espacios confinados o de difícil acceso, a través de drones.	Inspección de canales y ductos, monitoreo industrial, reconstrucción 3D láser y desarrollo tecnológico (software y hardware)	Soluciones robóticas para el proceso de inspección de activos y componentes críticos.
Posicionamiento	“Líder mundial en inspección, verificación, ensayos y certificación”	“Haga que sus inspecciones de espacios confinados sean más seguras, rápidas y económicas”	“Aumentamos confiabilidad operacional gracias al monitoreo robotizado”	“Empujamos los límites de NDT avanzados a nuevas horizontes”
Principales Atributos	-Soluciones innovadoras mediante una amplia gama de servicios de sostenibilidad (en correspondencia con los ODS). - Medios de distribución: logística propia o a cargo del cliente Experiencia: 144 años relacionados a temas de inspección - Otros: Programa personalizado según necesidades de la empresa.	-Uso de drones para lugares inaccesibles. -Inspección en un tiempo reducido y sin incurrir en riesgos (ahorro en costos). -Medios de distribución: logística propia y mediante distribuidores autorizados - Reconocimiento: CTI/KTI Label (2016) Ganador del RATP Lab (2017)	-Cuenta con tecnología basada en robótica y con software de análisis de datos, detección de anomalías y de desgaste en ductos. -Canales de venta: página web, correos y teléfono. -Medios de distribución: logística propia. -Experiencia: 10 años en el mercado.	-Tiene una cartera diversificada de instrumentos de tecnologías de inspección de pruebas no destructivas (NDT, por sus siglas en inglés), sensores, software y soluciones robóticas. -Canales de venta: Página web, correo electrónico, redes sociales -Medio de distribución: Logística propia
Principales Debilidades (respecto al mercado peruano)	- No cuentan con tecnología basada en robótica para la inspección de infraestructura minera.	-No cuentan con una base de operaciones en Perú.	-No cuentan con una base de operaciones en Perú.	- No ofrecen el servicio de inspección, solo venden los robots. - El uso de sus robots requiere capacitación y un personal especializado a cargo in situ.

### 6.2.1.5. Marketing Mix

**6.2.1.5.1. Producto.** La solución atiende a empresas mineras que requieren inspección en su infraestructura minera; por lo tanto, nuestro servicio de inspección de infraestructura minera está basado en el uso de componentes tecnológicos mediante robots teleoperados que se adaptan a condiciones ambientales extremas y a zonas de difícil acceso. Estos robots cuentan con características que sobresalen por su operatividad en condiciones extremas, debido a los sensores que recaban información y luego son procesadas mediante un software especializado, lo cual permitirá reducir el tiempo de inspección y entrega de los resultados en menor tiempo, debido a que cuenta con sistema remoto mediante la reproducción de videos en alta definición y mapas digitales en 2D y 3D de los túneles y ductos recorridos en tiempo real.

**6.2.1.5.2. Precio.** Se ha basado en la competencia, debido a que existen en el mercado otros competidores desde hace más de 10 años y que han ido generando presencia en el sector minero y forman parte del segmento al cual planea llegar la empresa. Por ello, uno de los diferenciadores que plantea la solución de inspección de infraestructura a través del uso de robots y software es, además, ofrecer al mercado peruano una opción viable, económica y accesible a las compañías mineras.

Considerando la estructura de costos fijos y variables relacionados a la operatividad del servicio, el punto de equilibrio de los servicios a ejecutar que se prevé alcanzar en los primeros dos años es de seis servicios, a partir del año tres en adelante se prevé lograr desarrollar siete servicios al año, tal como se aprecia en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Punto de Equilibrio en Cantidad de Servicios por Año*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Q de equilibrio servicios	6	6	7	7	7

Según lo calculado y alineando la data cuantitativa con las expectativas del mercado, el precio de lista final para el servicio de inspección es de USD 40,000 en los primeros dos años, el cual permitirá obtener un margen de 30%, para los próximos años habrá un incremento en el precio de lista a partir del año tres en adelante, el cual permitirá obtener un margen mayor al 53%. Asimismo, el precio de lista final para el servicio demo es de USD 6,000, el cual generará un margen del 10%, el cual hace parte de las actividades de posicionamiento de la empresa para dar a conocer el servicio en la industria minera.

**6.2.1.5.3. Plaza.** La solución planteada es un servicio B2B, su naturaleza es solicitado a demanda por las compañías mineras de acuerdo con sus necesidades. En ese sentido, las coordinaciones y la aplicación del servicio se gestionan de forma directa sin la necesidad de intermediarios. El canal directo comprende de mecanismos para la comunicación con el cliente, los cuales están delimitados por el plan de medios para lograr la captación de nuestros clientes y cómo ellos llegan hacia nosotros.

Pues bien, los medios de comunicación son los principales canales de la empresa para dar a conocer el valor del servicio de inspección a los clientes objetivo. Además, un uso adecuado de los medios permitirá el posicionamiento de la empresa a través del lanzamiento de su imagen corporativa y de la construcción de la reputación en el mercado.

**6.2.1.5.4. Promoción.** Debido a la solución que planteamos y servicio que ofrecemos, se contará con una página web corporativa, además de presencia en redes sociales para tener presencia en el mercado, a través de la generación de información, reportes, videos y acciones que permitan al cliente visualizar nuestro trabajo. Otro aspecto, es el mapeo de medios de comunicación para establecer un plan con tres momentos relevantes para la empresa, los cuales son el lanzamiento de la marca, el posicionamiento en el mercado y los eventos de comunicación asociados al proceso de ventas. Para las etapas iniciales del emprendimiento, se evaluará la contratación de una agencia en relaciones públicas para tener



mayor fuerza en el acceso a los medios y conseguir un lanzamiento de impacto en el sector, así como, acompañar el primer año del posicionamiento de la marca.

**6.2.1.6. Presupuesto de Marketing.** Con la finalidad de penetrar en el mercado y ganar un espacio reputacional, se ha considerado para los primeros cinco años de operación el detalle de inversión de marketing según los ítems considerandos en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Presupuesto de Marketing*

Concepto	Costo Unit.	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Evento de lanzamiento	S/ 10,000	S/ 10,000				
Eventos	S/ 21,450	S/ 42,900	S/ 42,900	S/ 42,900	S/ 42,900	S/ 42,900
Medios masivos	S/ 5,000	S/ 15,000	S/ 15,000	S/ 15,000	S/ 15,000	S/ 15,000
Medios especializados	S/ 2,500	S/ 7,500	S/ 7,500	S/ 7,500	S/ 7,500	S/ 7,500
Gestor de redes	S/ 1,950	S/ 23,400	S/ 23,400	S/ 23,400	S/ 23,400	S/ 23,400
Agencia de PR	S/ 7,500	S/ 90,000	S/ 90,000	S/ 90,000	S/ 90,000	S/ 90,000
Total		S/ 188,800	S/ 178,800	S/ 178,800	S/ 178,800	S/ 178,800

**6.2.2. Plan de Operaciones**

Como antecedentes se han elaborado el mapa de viaje del cliente (ver Figura 2) y el esquema de *service design* (ver Figura 8). A partir de esta información y considerando que es un servicio en la modalidad bajo demanda, se concluye que el éxito en el mercado dependerá de la gestión adecuada del proceso de ventas, el cual le permitirá lograr las metas de colocación de servicios y conseguir la sostenibilidad económica del negocio en el mercado. Por ello, se ha elaborado el embudo comercial (ver Figura 14), donde se identifican etapas de pre-venta, venta y postventa, como lo son: la captación de clientes, la negociación de la venta del servicio, la venta y ejecución del servicio, y finalmente, las acciones de fidelización de clientes.

Por consiguiente, los recursos que requiere la organización para asegurar la operatividad y entrega del servicio son los detallados en la Tabla 10, entre los que se

destacan: personal especializado, equipos, software, financieros, entre otros. Además, en el Apéndice F se detallan los costos variables asociados a los servicios a brindar y de las demostraciones, así como, los costos fijos de la operación para el horizonte del proyecto.

**Figura 14**

*Embudo Comercial*



**Tabla 10**

*Recursos para la Operación del Negocio*

Tipo de Recurso	Categoría	Rol/Estimación del Costo
Humano	Gerente General	Asegurar el cumplimiento de los objetivos de la empresa, maximizar la rentabilidad, velar por obtener el mayor beneficio para los socios, y mantener un buen clima laboral.
	Gestor Técnico	Planificar los servicios a realizar y velar por contar con los recursos necesarios para llevarlos a cabo, así como garantizar la efectividad operacional de los mismos haciendo un uso eficiente de los recursos disponibles.
	Ejecutivo/Asesor Comercial	Recoger las necesidades de los clientes para proponerles un servicio que responda a sus necesidades y así poder incrementar el nivel de confianza en la empresa.
Financiero	Remuneraciones	En el año 1, se estima que se requerirá aproximadamente S/294,000 para cubrir los costos anuales de las tres personas que estarán en planilla.
	Pagos de Otros Servicios	Entre los otros servicios que serán necesarios para la ejecución del servicio de inspección se encuentran los siguientes: generales, legales, contables, marketing, publicidad, entre otros. Estos servicios serán tercerizados y la suma anual que se requerirá asciende a aproximadamente a S/ 96,000 para el año 1.
Tangible	Robot	Dada la situación económica y política del país, se alquilará el robot que se usará para brindar el servicio; por lo cual se ha estimado un importe de S/ 30,000 por servicio.
	Computadoras y otros activos tecnológicos	Se estima que la inversión será aproximadamente S/ 17,250 al cierre del año 0.
Intangible	Software y licencias	Se contará con un software para el procesamiento y análisis de la información, siendo la estimación anual de este costo más el de las licencias S/ 23,400 aproximadamente.

### 6.2.3. Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis

**6.2.3.1. Hipótesis sobre el Desempeño del Plan de Marketing.** Con el objetivo de validar la hipótesis respecto al desempeño del plan de marketing, se realizó una simulación de Montecarlo considerando el promedio esperado y la desviación estándar del LTV/CAC. Para hallar los valores, se plantearon cinco escenarios en función al crecimiento del país (ver Tabla 11).

**Tabla 11**

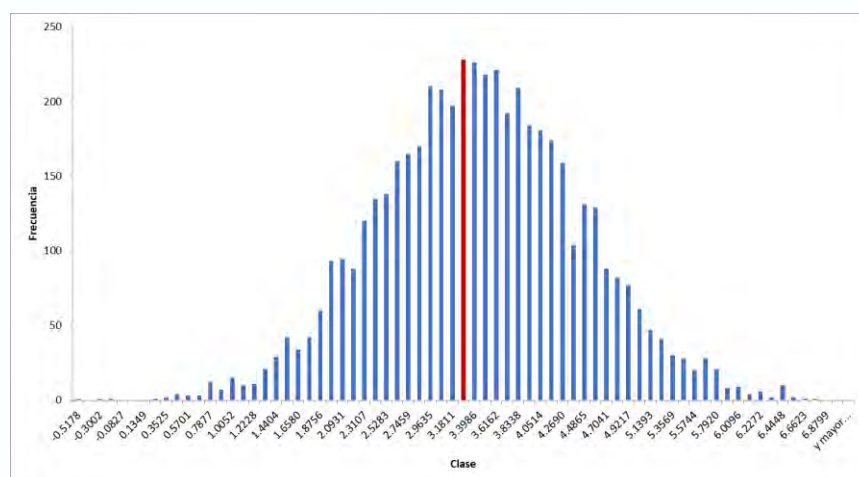
*Escenarios del Resultados del Plan de Marketing*

Análisis de Sensibilidad	LTV	CAC	LTV/CAC
Escenario Esperado	S/ 67,600	S/ 13,111	5.16
Escenario Pesimista	S/ 64,220	S/ 13,111	4.90
Escenario Muy Pesimista	S/ 57,798	S/ 13,111	4.41
Escenario Optimista	S/ 66,468	S/ 15,078	4.41
Escenario Muy Optimista	S/ 79,761	S/ 15,078	5.29
Promedio	S/ 67,169	S/ 13,898	4.83

Como se puede apreciar, los escenarios presentados muestran que el promedio del ratio LTV/CAC es 4.83, lo cual es favorable. Este resultado se complementa además con los hallazgos en torno a la simulación realizada para validar la eficiencia del plan de marketing (ver Figura 15).

**Figura 15**

*Histograma sobre la Eficiencia del Plan de Marketing*



En la Tabla 12, se corrobora que el desempeño del plan de marketing es muy eficiente, dado que el resultado sobre la eficiencia supera inclusive el 80%.

**Tabla 12**

*Simulación para Eficiencia del Plan de Marketing*

	LTV/CAC		CAC		LTV
Promedio Esperado	4.83	S/	13,897.66	S/	67,169.39
Desviación Estándar	1.00	S/	1,077.18	S/	7,996.16
Primera Simulación	4.73	S/	13,476.60	S/	79,608.03

Promedio	4.893
Desviación Estándar	0.978
Mínimo	1.992
Máximo	8.272
Alta eficiencia: > 3.40	92.42%

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

Para evaluar la viabilidad de la solución propuesta, se ha considerado calcular el presupuesto de inversión, el cual incluye del detalle de los bienes de capital, el capital de trabajo, la estructura de capital y la distribución accionarial. Asimismo, se ha realizado el análisis financiero, en base al estado de ganancias y pérdidas, así como el flujo de caja, ambos proyectados a cinco años. Por último, se realizó una simulación para validar la hipótesis de viabilidad y se elaboró un resumen de las simulaciones del capítulo VI.

#### 6.3.1. Presupuesto de Inversión

La inversión inicial en bienes de capital (CAPEX) para la ejecución del servicio es de S/24,500 para el año 0, el cual comprende los gastos iniciales para el desarrollo de las operaciones como la constitución de la empresa, la obtención de licencias, la creación de la marca, el desarrollo de página web y la compra de equipos, tal como se muestra en la Tabla 13. Para los próximos años, se ha considerado la adquisición de equipos informáticos y

equipos móviles adicionales, los cuales se renovarán a finales del año 2 y del año 4.

Finalmente, estas inversiones en los cinco años representan un total de S/52,500.

**Tabla 13**

*Inversiones en Bienes de Capital (CAPEX)*

Conceptos	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Constitución de empresa	S/	1,250	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Licencias	S/	1,000	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Página web	S/	3,000	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Creación de marca	S/	2,000	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Activos	S/	17,250	S/	-	S/	25,000	S/	-	S/	3,000	S/	-
Total	S/	24,500	S/	-	S/	25,000	S/	-	S/	3,000	S/	-

Respecto a la inversión en capital de trabajo, esta se obtuvo de calcular la proyección para cinco años de las cuentas por cobrar, los inventarios y las cuentas por pagar, dando como resultado que para el año 0 se requieren S/ 141,169, monto que va variando sobre todo en función de las cuentas por cobrar (ver Tabla 14). Al respecto, cabe mencionar que las cuentas por cobrar son a 60 días y se ven influenciadas sobre todo por el nivel de ventas que se van obteniendo año a año; en segundo lugar, se debe precisar que la empresa no tendrá stock de activos, por lo que los inventarios equivalen a cero en todos los años; y, finalmente, las cuentas por pagar son a 30 días.

**Tabla 14**

*Inversiones en Capital de Trabajo*

	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Cuentas por cobrar	S/	-	S/	239,200	S/	299,000	S/	538,200	S/	627,900	S/	717,600
Inventarios	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Cuentas por pagar	S/	-	S/	98,031	S/	109,302	S/	157,523	S/	174,394	S/	191,370
Capital de trabajo	S/	-	S/	141,169	S/	189,698	S/	380,677	S/	453,506	S/	526,230
Inversiones en capital de trabajo	S/	-	S/	141,169	S/	48,529	S/	190,979	S/	72,829	S/	72,724

En cuanto al financiamiento, éste se realizará a través de aportes de capital de los accionistas, el cual asciende a S/115,669 representando el 70% del financiamiento, mientras que el 30% restante provendrá de fondos concursables no reembolsables, el cual ascendería a S/50,000, tal como se muestra en la Tabla 15. El aporte de capital de los accionistas será distribuido entre los emprendedores, con un 67% de participación total, por otro lado, se contempla tener dos accionistas: uno que cuente con experiencia en el rubro minero y un representante del proveedor estratégico Inka Tech, cada uno con una participación del 17%, tal como se observa en la Tabla 16.

**Tabla 15***Estructura de Capital*

Conceptos		Valor	Costo de la deuda	Peso de la deuda	WACC
Fondo concursable (Kd)	S/	50,000	0.00%	30.00%	0.00%
Accionistas (Ks)	S/	115,669	13.64%	70.00%	9.52%
Total	S/	165,669	--	100.00%	9.52%

**Tabla 16***Distribución Accionaria*

Accionistas	N° Personas	Part.		Valor
Inka Tech	1	17%	S/	19,278
Especialista rubro minero	1	17%	S/	19,278
Emprendedores	4	67%	S/	77,113
Total	6	100%	S/	115,669

**6.3.2. Análisis Financiero**

Respecto a la situación financiera del negocio, se elaboró el estado de ganancias y pérdidas, así como el flujo de caja proyectado a cinco años. Los ingresos son generados por la venta del servicio de inspección de infraestructura minera (túneles y ductos), así como por las demostraciones del servicio (demos) en las instalaciones del proveedor, las cuales permiten

fidelizar al cliente e incentivar la venta de nuevos servicios. La proyección de las ventas sigue una tendencia de 3% al año, mientras que para la proyección de las demos se ha considerado que crecerán al doble de los servicios vendidos cada año.

Los egresos son generados por los costos de venta (alquiler y mantenimiento de equipos, transporte, hospedaje y viáticos), los gastos administrativos (planilla, alquiler de local, servicios básicos, servicios tercerizados), los gastos comerciales (comisiones, gastos de marketing y gastos de venta) y los impuestos.

En el estado de ganancias y pérdidas (ver Tabla 17) se observa que el costo de las ventas promedio es de 31% respecto a las ventas a lo largo de los cinco años. En contraparte, los gastos administrativos y gastos de venta se van incrementando en monto en el horizonte del proyecto por el aumento de necesidades para la gestión del servicio, pero al evaluarlos respecto a las ventas, ambos fluctúan desde el 49% de la venta en el año 1 hasta un 24% en el año 5, lo cual es una clara muestra de cómo se van diluyendo algunos costos fijos con el incremento de la demanda de servicios, lo que a su vez genera un mayor margen de ganancias para el proyecto. En ese sentido, la utilidad neta promedio para el horizonte del proyecto es de 25% respecto de los ingresos por ventas.

Para la estimación del valor del proyecto, se calculó el flujo de caja libre (ver Tabla 18) en función de la utilidad operativa o *earnings before interest and taxes* (EBIT), el net operating profit after tax (NOPAT), las inversiones (CAPEX y capital de trabajo) y la perpetuidad. La tasa de descuento (WACC) empleada para la actualización de los flujos es de 9.52%, el cual fue calculado mediante el promedio ponderado del costo de los fondos propios ( $K_e$ ), que asciende a 13.64% y equivale al 70% del monto total financiado, y el costo de la deuda ( $K_d$ ), cuyo valor es cero debido a que proviene de un fondo concursable para emprendedores.

Respecto al costo de los fondos propios, éste se calculó considerando las tablas Damodaran para obtener la tasa del mercado ( $R_m$ ) cuyo valor es de 11.82%, la tasa libre de riesgo ( $R_f$ ) con un valor de 5.11%, el riesgo país con un valor de 1.58% y el beta desapalancado para el sector Minería con un valor de 1.04.

Al actualizar los flujos de caja se obtiene un valor actual neto (VAN) de 16.19 millones de soles, una tasa interna de retorno (TIR) de 217.15%, una tasa interna de retorno modificada de 174.81% y un índice de ganancias de (IR) 98.78.





**Tabla 17***Estado de Ganancias y Pérdidas Proyectado*

I. Estado de ganancias y pérdidas	Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Ventas	S/	-	S/	1,435,200	S/	1,794,000	S/	3,229,200	S/	3,767,400	S/	4,305,600
Costo de Ventas	S/	-	S/	478,568	S/	597,040	S/	942,720	S/	1,099,060	S/	1,255,400
Utilidad bruta	S/	-	S/	956,632	S/	1,196,960	S/	2,286,480	S/	2,668,340	S/	3,050,200
Gastos generales y administrativos	S/	-	S/	440,169	S/	450,352	S/	569,854	S/	583,220	S/	597,854
Gastos comerciales y de venta	S/	-	S/	257,634	S/	264,230	S/	377,702	S/	410,444	S/	443,186
EBITDA	S/	-	S/	258,829	S/	482,378	S/	1,338,924	S/	1,674,676	S/	2,009,160
Gastos financieros	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-
Depreciación del periodo	S/	-	S/	4,313	S/	4,313	S/	10,563	S/	10,563	S/	7,000
Utilidad antes de impuestos	S/	-	S/	254,516	S/	478,065	S/	1,328,362	S/	1,664,114	S/	2,002,160
Impuestos	S/	-	S/	75,082	S/	141,029	S/	391,867	S/	490,914	S/	590,637
Utilidad neta	S/	-	S/	179,434	S/	337,036	S/	936,495	S/	1,173,200	S/	1,411,523

**Tabla 18***Flujo de Caja Libre*

II. Flujo de caja		Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5
EBIT	S/	-	S/	254,516	S/	478,065	S/	1,328,362	S/	1,664,114	S/	2,002,160
Impuestos	S/	-	S/	75,082	S/	141,029	S/	391,867	S/	490,914	S/	590,637
Depreciacion	S/	-	S/	4,313	S/	4,313	S/	10,563	S/	10,563	S/	7,000
NOPAT	S/	-	S/	183,746	S/	341,348	S/	947,058	S/	1,183,763	S/	1,418,523
Capex	S/	24,500	S/	-	S/	25,000	S/	-	S/	3,000	S/	-
Capital de trabajo	S/	141,169	S/	48,529	S/	190,979	S/	72,829	S/	72,724	S/	-
Perpetuidad	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	-	S/	21,749,367
FCF	-S/	165,669	S/	135,217	S/	125,369	S/	874,228	S/	1,108,039	S/	23,167,890
VAN		S/.16,199,885										
TIR		217.15%										
TIRM		174.81%										
IR		98.78										

### 6.3.3. Simulaciones Empleadas para Validar la Hipótesis de Viabilidad

A fin de validar la hipótesis de viabilidad, se han establecido cuatro escenarios de crecimiento de las ventas en función de las distintas situaciones por las que podría atravesar el negocio, ello ha permitido hallar el VAN, TIR y TIRM en cada escenario, así como el promedio y desviación estándar para cada una de estas variables (ver Tabla 19).

**Tabla 19**

#### *Escenarios de Crecimiento de Ventas*

Escenarios	Crecimiento Ventas	VAN	TIR	TIRM
Pesimista	0%	S/ 5,211,520	166%	120%
Esperado	3%	S/ 16,199,885	217%	175%
Optimista	15%	S/ 18,699,443	224%	183%
Muy optimista	25%	S/ 25,666,041	239%	201%
Promedio	11%	S/ 16,444,222	211%	170%
Desviación estándar	0.12	S/ 8,492,374	0.32	0.35

Los datos del promedio y la desviación estándar del VAN han servido de *input* en la función normal inversa para realizar el cálculo probabilístico aleatorio del VAN. Después de realizar dicho cálculo, se ha procedido a ejecutar la simulación de Montecarlo para 1,000 valores aleatorios, dando como resultado los datos de la Tabla 20.

**Tabla 20**

#### *Resultados de Simulación Montecarlo - VAN*

Conceptos	VAN
Primera simulación	S/.20,471,829
Promedio	S/.16,772,622
Desviación estándar	S/.8,386,748
Mínimo	-S/.7,224,000
Máximo	S/.49,628,679
Escenario inicial	S/.16,199,885
Probabilidad VAN menor o igual a cero	2.28%
Probabilidad VAN mayor al escenario inicial	52.72%
Intervalo 95% confianza	[S/.334,897 – S/.33,210,347]

A partir de los datos se puede concluir que el proyecto es viable debido a que solo existe un 2.28% de probabilidades de obtener un VAN menor o igual a cero, esto se refuerza con el 52.72% de probabilidades que el VAN sea mayor a 16.19 millones de soles. Sin embargo, no hay que dejar de lado el alto nivel de riesgo del proyecto, ya que cuenta con una desviación estándar que representa el 50% del VAN promedio, así como un intervalo de valores del VAN, al 95% de confianza, que fluctúa entre los 335 mil soles y los 33.2 millones de soles. Para minimizar esa variabilidad es necesario diversificar la cartera de servicios de tal manera que podamos atender otras necesidades, asegurando otras fuentes de ingreso y el uso eficiente de los recursos disponibles.

#### 6.3.4. Simulaciones Empleadas en el Capítulo

A continuación, en la Tabla 21 se muestra, a modo de resumen, las pruebas que se utilizaron para validar la hipótesis planteada.

**Tabla 21**

*Resultados de Validar la Hipótesis del Negocio*

Dimensión	Hipótesis	Prueba	Resultado	¿Acepta?
Deseabilidad	H1: Las empresas mineras están dispuestas a ejecutar el proceso de inspección de infraestructura, a través del uso de robots teleoperados que se adaptan a condiciones de difícil acceso.	Entrevista a aliado estratégico y Encuesta a público objetivo	El 80% de las empresas consultadas estaría dispuesto a aplicar el servicio de inspección a las operaciones de mantenimiento mediante robots teleoperados, a pesar de que, según Inka Tech, las compañías mineras asignan una baja priorización a la ejecución de inspecciones preventivas.	Sí
Factibilidad	El plan de marketing producirá más ingresos que pérdidas en los cinco años de operación.	Simulación Montecarlo	El 92.42% de probabilidad de obtener un LTV/CAC mayor al 3.40.	Sí
Viabilidad	Los ingresos proyectados harán del negocio una inversión rentable	Simulación Montecarlo	El 52.72% de probabilidad de obtener un VAN mayor al VAN del escenario inicial	Sí

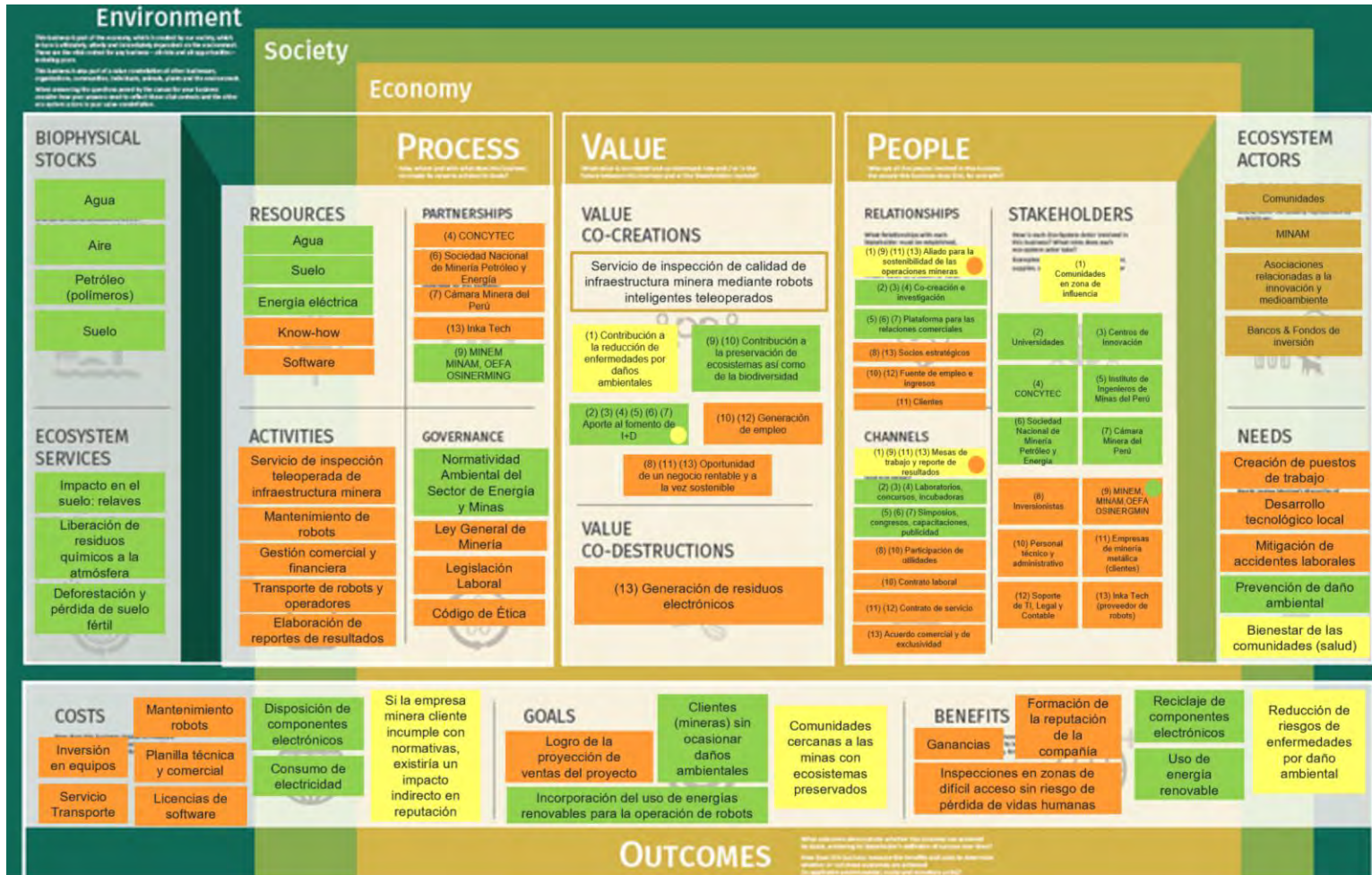
## Capítulo VII. Solución Sostenible

El presente capítulo analiza la sostenibilidad social y ambiental del servicio de inspección propuesto. En ese sentido, se ha elaborado el *Flourishing Business Model Canvas* (FBMC) que se presenta en la Figura 16. Esta herramienta permite visibilizar el triple impacto del modelo de negocio propuesto y permite sustentar que además de la viabilidad económica, es un negocio sostenible a nivel social y ambiental, cuyos beneficios están relacionados a la eliminación de accidentes laborales causados por la inspección manual de la infraestructura y a la minimización del riesgo de impacto ambiental por contaminación ocasionada por deficiencias en la infraestructura.



Figura 16

Flourishing Business Model Canvas



## 7.1. Relevancia Social de la Solución

El modelo de negocio propuesto para la inspección de infraestructura minera tiene impacto en cinco ODS, como: ODS 3 Salud y Bienestar, ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento, ODS 8 Trabajo Decente y Crecimiento Económico, ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura, ODS 15 Vida de Ecosistemas Terrestres. La modalidad de operación de la empresa implica el uso de tecnología avanzada con robots teleoperados, por ello, el impacto social y ambiental está relacionado a la generación de empleo formal, fomento de las actividades de investigación y la conservación del medioambiente en la zona de influencia de las empresas clientes.

El análisis del impacto por ODS considerando las metas relacionadas y sus indicadores se muestra en la Tabla 22. Además, en la misma tabla se puede encontrar el Índice de Relevancia Social (IRS), en el cual se destaca la contribución con el ODS 9 Industria, Innovación e Infraestructura con un índice del 40%, debido a que se lograría impactar en dos de las cinco metas planteadas.

**Tabla 22**

### *Evaluación de Impacto de ODS e Índice de Relevancia Social*

ODS	Índice de Relevancia Social (IRS)	Metas Relacionadas	Impacto del Modelo de Negocio
3. Salud y Bienestar	11.11%	3.9 De aquí a 2030, reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo.	El uso del servicio de inspección de infraestructura propuesto utilizará robots teleoperados por lo que no se va a requerir la intervención de un inspector en zonas peligrosas y/o de difícil acceso, lo cual mitigará la ocurrencia de accidentes laborales y la aparición de enfermedades laborales relacionadas. El indicador para la medición en la empresa es el costo estimado del gasto incurrido en accidentes y enfermedades laborales.
6. Agua Limpia y Saneamiento	16.67%	6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.	La realización de inspecciones con robots teleoperados brindará información detallada del estado de la infraestructura y se podrán tomar las acciones preventivas o correctivas de forma oportuna. De esta forma, se asegura la conservación de la proporción de agua de buena calidad en la zona de influencia de las minas, lo cual va alineado al indicador “6.3.2. Proporción de masas de agua de buena calidad” que se encuentra en el Sistema de Monitoreo y Seguimiento de los Indicadores de los ODS (INEI, 2021).

ODS	Índice de Relevancia Social (IRS)	Metas Relacionadas	Impacto del Modelo de Negocio
8. Trabajo Decente y Crecimiento Económico	20.00%	<p>8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.</p> <p>8.5 De aquí a 2030, lograr el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todas las mujeres y los hombres, incluidos los jóvenes y las personas con discapacidad, así como la igualdad de remuneración por trabajo de igual valor.</p>	<p>Se constituirá una empresa según la normativa vigente y se contratará personal para las actividades de venta y operaciones, los cuales se encontrarán en planilla y recibirán los beneficios de ley. Por lo que se crearán hasta cuatro puestos de trabajo en el año 5 y ello impactará al indicador “8.3.1. Proporción de empleo informal en el sector no agrícola”, según INEI (2021). En la empresa se tendrá como indicador el gasto en planillas. Del mismo modo que en la meta 8.3, la creación de empleo formal en igualdad de condiciones será considerado en la gestión de la empresa. Esto impactará el indicador “8.5.2. Tasa de desempleo, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad” según INEI (2021). En la empresa se tendrá como indicador el gasto en planillas.</p>
9. Industria, Innovación e Infraestructura	40.00%	<p>9.4 De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.</p> <p>9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.</p>	<p>Con el servicio de inspección con robots teleoperados, se va a requerir una logística de menor envergadura en cuanto a maquinaria para remover materiales para la ejecución de la inspección, en comparación se tendrá equipos con menor consumo energético, lo cual impactará en el indicador “9.4.1 Emisiones de CO2 por unidad de valor añadido” relacionado a la equivalencia de emisiones del consumo energético utilizado por los equipos. La empresa tendrá el mismo indicador de consumo de CO2, lo cual representaría un costo.</p> <p>Los robots de inspecciones son equipos elaborados por Inka Tech que es un grupo peruano de investigación de robótica aplicada. En ese sentido, la creación de un servicio basado en los robots es una manera de insertando este producto en el mercado y atender una necesidad tangible de las empresas mineras. Entre los indicadores impactados del INEI (2021) se encuentra el “9.5.1 Gastos en investigación y desarrollo en proporción al PIB”, dado que la empresa considera brindar donaciones anuales a Inka Tech para la investigación de mejoras en las funcionalidades del robot, las donaciones ascenderían al 10% de las utilidades netas.</p>
15. Vida de Ecosistemas Terrestres	33.33%	<p>15.1 Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales</p> <p>15.3 De aquí a 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras.</p>	<p>La realización de inspecciones con robots teleoperados brindará información detallada del estado de la infraestructura y se podrán tomar las acciones preventivas o correctivas de forma oportuna. De esta forma, se asegura la conservación de la superficie forestal en la zona de influencia de las minas, lo cual va alineado al indicador “15.1.1. Superficie forestal en proporción a la superficie total” que se encuentra en el Sistema de Monitoreo y Seguimiento de los Indicadores de los ODS (INEI, 2021).</p> <p>Del mismo modo que en la meta 15.1, se impactaría a través de la conservación de las tierras en la zona de influencia de las minas. El indicador impactado sería el “15.3.1. Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie total”, según INEI (2021).</p>



ODS	Índice de Relevancia Social (IRS)	Metas Relacionadas	Impacto del Modelo de Negocio
		15.4 De aquí a 2030, asegurar la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible.	Del mismo modo que en la meta 15.1, se impactaría a través de la conservación de los ecosistemas montañosos en la zona de influencia de las minas. El indicador impactado sería el “15.4.1. Lugares importantes para la biodiversidad de las montañas incluidos en zonas protegidas”, según INEI (2021).

## 7.2. Rentabilidad Social de la Solución

El servicio de inspección de infraestructura minera brinda una solución a través del uso de componentes tecnológicos que, a su vez, permiten mejorar la toma de decisiones para reducir impactos negativos en la sociedad, el medio ambiente y la empresa. Bajo esta premisa, los beneficios sociales de la solución están relacionados a la reducción de horas requeridas para las inspecciones y a la reducción del riesgo de paralización operativa de la mina debido a fallas en infraestructura, lo cual se traduce en un incremento de la productividad generado por la continuidad de la producción que deriva en un mayor aporte del Impuesto a la Renta (IR) que recauda el Estado para la ejecución de proyectos públicos.

Respecto al cálculo de los beneficios, se ha considerado el tiempo a favor que se tendría disponible para las operaciones de la mina. En ese sentido, el primer beneficio sobre la reducción de horas requeridas para inspecciones considera la variación de tiempo operativo de una inspección tradicional (48 horas) versus una inspección con robots teleoperados (16 horas), porque a menor tiempo de inspección, se gana mayor tiempo operativo, el detalle se encuentra en la Tabla 23. El segundo beneficio se enfoca en la reducción de la probabilidad de ocurrencia de paralización total de la mina de 5% a 4%, con lo cual se podría evitar una menor pérdida de ingreso, siendo esta S/665,000 frente a una pérdida de S/950,000 que se daría si la inspección se realiza de manera tradicional, el detalle en la Tabla 24.

**Tabla 23***Detalle de los Beneficios por Cambio Tecnológico*

Beneficio por cambio tecnológico	Servicio unitario
Tiempo inspección tradicional (horas)	48.00
Tiempo inspección robot (horas)	16.00
Ingreso de la producción de mina (soles/hora)	S/ 158,333.33
Reducción de la producción por inspección	50%
Costo de oportunidad del ingreso por inspección tradicional (soles)	S/ 3,800,000.00
Costo de oportunidad del ingreso por inspección robot (soles)	S/ 1,266,666.67

**Tabla 24***Detalle de los Beneficios por Reducción del Riesgo de Paralización Total*

Beneficio por reducción del riesgo de paralización total	Por empresa
Tiempo de paralización (horas)	120
Ingreso de la producción de mina (soles/hora)	S/ 158,333.33
Probabilidad de ocurrencia de paralización total con inspección tradicional	5%
Probabilidad de ocurrencia de paralización total con inspección robot	4%
Costo de oportunidad del ingreso por paralización total con insp. tradicional (soles)	S/ 950,000.00
Costo de oportunidad del ingreso por paralización total con insp. robot (soles)	S/ 665,000.00

En contraparte a los beneficios, se ha identificado que para la operación del negocio se va a consumir energía eléctrica, la cual representa un costo ambiental por la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente por el uso del robot eléctrico, cuyo consumo fue calculado en la Tabla 25 y considera datos del factor de emisión de CO<sub>2</sub> y del precio social del CO<sub>2</sub>, de un informe técnico emitido por el Ministerio de Economía y Finanzas (2021b).

**Tabla 25***Detalle de los Costos por Uso de Robot Teleoperado*

Costo por uso de robot teleoperado	Servicio unitario
Tiempo de utilización de robot por servicio (horas)	4.00
Potencia del robot (kW)	15.08
Consumo del robot (kWh)	60.31
Factor de emisión CO <sub>2</sub> del SEIN (ton CO <sub>2</sub> /MWh)	0.45
Emisiones CO <sub>2</sub> por uso del robot (ton)	0.03
Precio social del CO <sub>2</sub> (usd/ton CO <sub>2</sub> )	7.17
Costo de emisiones CO <sub>2</sub> por uso de robot (usd)	USD 0.20
Costo de emisiones CO <sub>2</sub> por uso de robot (soles)	S/ 0.74

Por lo expuesto, los beneficios generados por una mayor contribución del Impuesto a la Renta (IR) de aproximadamente 2.25% de los ingresos (Torre, 2021), que son producto del cambio tecnológico y de la disminución del riesgo de paralización total, además del costo por las emisiones CO2 del uso del robot, se obtiene un VAN Social equivalente a 969,970.63 dólares en un periodo de cinco años a una tasa de descuento de 8%, el detalle en la Tabla 26.

**Tabla 26**

*Detalle de los Beneficios Sociales Incrementales desde el año 1 al año 5*

Año	1	2	3	4	5
Servicios por año	8	10	18	21	24
(+) Costo de oportunidad por reducción de tiempo de inspección (soles)	S/20,266,666.67	S/25,333,333.33	S/45,600,000.00	S/53,200,000.00	S/60,800,000.00
Empresas atendidas	4	5	6	7	8
(+) Costo de oportunidad por reducción del riesgo de paralización total (soles)	S/1,140,000.00	S/1,425,000.00	S/1,710,000.00	S/1,995,000.00	S/2,280,000.00
% de contribución de IR respecto a ingresos	2.25%	2.25%	2.25%	2.25%	2.25%
(+) Beneficio por contribución de IR (soles)	S/481,650.00	S/602,062.50	S/1,064,475.00	S/1,241,887.50	S/1,419,300.00
(-) Costo de emisión de CO2 energía eléctrica del robot	S/ 5.94	S/ 7.43	S/13.37	S/15.60	S/17.83
<b>Beneficio Social Incremental</b>	<b>S/481,644.06</b>	<b>S/602,055.07</b>	<b>S/1,064,461.63</b>	<b>S/1,241,871.90</b>	<b>S/1,419,282.17</b>
Tasa de descuento	8%	8%	8%	8%	8%
<b>VAN soles</b>	<b>S/3,685,888.38</b>				
<b>VAN usd</b>	<b>\$ 969,970.63</b>				

## **Capítulo VIII. Decisión e Implementación**

En este capítulo se presentarán las conclusiones sobre el modelo de negocio desarrollado, así como las condiciones requeridas para su implementación durante el año cero que aseguren su escalabilidad.

### **8.1. Plan de Implementación y Equipo de Trabajo**

El plan de implementación del negocio consta de seis fases las cuales deben desarrollarse durante los seis meses previos al inicio de las operaciones del primer año (ver Figura 17 y Figura 18). Cada fase consta de actividades que permitirán sentar las bases para la constitución de la empresa, la firma de alianzas estratégicas con los socios potenciales, la adquisición de bienes y servicios, la contratación y capacitación de personal, las tareas relacionadas a la implementación del plan de marketing y la definición de la estructura operativa para el desarrollo del modelo de negocio. Para el desarrollo de estas actividades se ha considerado el presupuesto en inversiones en activos y capital de trabajo relacionados a los servicios tercerizados. El equipo responsable de participar en cada fase, quienes coordinarán con los proveedores y socios estratégicos para asegurar el cumplimiento en tiempo y forma de las actividades, está conformado por los autores del presente documento: Beatriz Ramírez (BR), Enrique Rodríguez (ER), Fiorella Borjas (FB) y Jose Carlos Paredes (JCP).





## 8.2. Conclusión

Luego de haber realizado el estudio respecto al modelo de negocio propuesto, a continuación, se presentan las siguientes conclusiones.

En primer lugar, se debe resaltar el planteamiento del problema, el cual se centra en la baja priorización de la inspección preventiva de infraestructura minera a nivel nacional, debido a la escasa importancia que las empresas del sector minero vienen asignando a este proceso, generándose así un triple impacto que repercute de manera negativa la sociedad, el medioambiente y la empresa, por lo cual se considera que el problema identificado es socialmente relevante. Entre los impactos generados se encuentran la exposición a los accidentes laborales del personal de mantenimiento y el riesgo de aparición de enfermedades en las poblaciones aledañas a la operación minera (sociedad), el daño a los ecosistemas terrestres y a la biodiversidad que habita en ellos (medioambiente), y la paralización parcial o total de las operaciones mineras, a causa de los accidentes laborales, y el pago de multas e indemnizaciones tanto civiles como laborales (empresa).

Ante lo expuesto, la solución que se propone es un servicio de inspección de infraestructura minera basado en el uso de componentes tecnológicos: un robot y un software, los cuales permitirán que la inspección se realice según las condiciones específicas de cada infraestructura minera, pese a la dificultad de acceso que pueda existir, así como la identificación de riesgos y generación de reportes de manera oportuna. Ello resulta clave, dado que permitirá que se tomen mejores decisiones empresariales y que se contribuya a resolver el problema social relevante identificado.

Además de lo anterior, es importante destacar que, pese que a nivel internacional existen robots creados para explorar y examinar infraestructuras mineras, la solución propuesta nace en un contexto local en el que la oferta de soluciones para la inspección y mantenimiento de infraestructura minera a precios competitivos y con soporte operativo es

muy limitada, por lo que se evidencia que existe una gran oportunidad para ofrecer una propuesta de valor que sea innovadora, resultando así muy atractiva para las compañías del sector minero. Ello se refuerza a partir de los resultados de la validación de la hipótesis planteada, mediante la cual se corrobora la deseabilidad de la solución propuesta, principalmente porque el 100% de las personas encuestadas afirmaron que sí estarían dispuestas a adquirir el servicio de inspección anualmente, mostrándose a su vez interesadas en una demostración del servicio en campo.

Por lo presentado, resulta muy importante para el negocio la definición e implementación de una excelente estrategia de marketing que permita, en primer lugar, posicionar a la empresa en la mente del público objetivo para posteriormente ir creciendo sostenidamente y llegar a penetrar el mercado local. De ahí que se haya diseñado un plan de marketing cuyo desempeño demuestra ser muy eficiente, pues supera inclusive el 80%, además que con su ejecución la empresa podrá estar obteniendo más de cuatro soles por cada sol invertido.

Finalmente, cabe destacar que, considerando un escenario base, el proyecto lograría un VAN S/16,199,885.00 y una TIR del 217.15%, con lo cual se demuestra que el modelo de negocio es rentable económicamente. Adicional a ello, es importante mencionar que el retorno de la inversión del capital se estaría dando en un periodo de dos años.

### **8.3. Recomendación**

A partir de la elaboración del presente proyecto, se proponen ciertas recomendaciones, las cuales se mencionan a continuación.

En primer lugar, el estudio realizado sobre este modelo de negocio demuestra que es escalable y sostenible en el tiempo, además de ser rentable económicamente y no impactar de modo negativo en la sociedad, medioambiente y empresa. De ahí que sea una excelente



oportunidad de inversión, sobre todo en un contexto local en el que aún no existen alternativas de servicios de inspección de infraestructura minera, como el que se propone.

En segundo lugar, es recomendable diversificar las fuentes de financiamiento, por lo que sería conveniente presentar el proyecto de negocio a otras fondos nacionales e inclusive internacionales, como los que promueve Concytec, ya que tienen un enfoque especial para el desarrollo de proyectos de investigación científica y de carácter tecnológico.

Por último, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los primeros años de operación, se deberá evaluar el alcance de esta propuesta de negocio y analizar la factibilidad de ampliar la cobertura del servicio de inspección a otras zonas del mercado sudamericano, ya que a nivel regional solo destaca una empresa que ofrece servicios similares.

## Referencias

Arciniegas, Y. (2021, 4 de febrero). Brasil: la minera Vale deberá pagar 7.000 millones de dólares por la tragedia en Brumadinho. *France 24*.

<https://www.france24.com/es/am%C3%A9rica-latina/20210204-brasil-tragedia-brumadinho-vale-minera-indemnizaci%C3%B3n>

Castro, F. (2021, 2 de diciembre) “*Minem: para el 2022 se iniciaría la construcción de 7 proyectos mineros*”. Rumbo Minero.

<https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/minem-para-el-2022-se-iniciaria-la-construccion-de-7-proyectos-mineros/>

Chacón, T. (2022, 13 de mayo). “*Nos estamos perdiendo una ola de oportunidades para el Perú*”. Rumbo Minero.

<https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/augusto-cauti-perdiendo-oportunidades-peru/>

Cruz, E. (2022a, 13 de mayo). *Cobre continúa presionado por fuertes temores a recesión*.

Rumbo Minero. <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/internacionales/cobre-continua-presionado-por-fuertes-temores-a-recesion/>

Cruz, E. (2022b, 13 de mayo). *Augusto Palma: “La minería requiere de normas claras y*

*estabilidad jurídica*”. Rumbo Minero. <https://www.rumbominero.com/peru/augusto-palma-mineria-requiere-normas-claras-y-estabilidad-juridica/>

Cuéllar, F. y López, E. (2020). *Validación y empaquetamiento de la solución tecnológica*

*integral de inspección de túneles y ductos de infraestructura de relaves para la optimización de la gestión de la integridad minera*. Innóvate Perú.

Damodaran Online. (2022). *Data current*.

[https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html)

Desde Adentro. (2021, 05 de mayo). *La robótica y su utilidad en la industria minero energética*. <https://www.desdeadentro.pe/2021/05/la-robotica-y-su-utilidad-en-la-industria-minero-energetica/>

Dirección de Promoción Minera. (2022). Boletín Estadístico Minero (*Boletín edición 05-2022*). Ministerio de Energía y Minas.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3354981/BEM%2005-2022.pdf.pdf>

ECA Group. (s. f.). *About Us* [Sobre nosotros]. <https://www.ecagroup.com/en/about-us>

Eddyfi Technologies. (s. f.). *About Us* [Sobre nosotros]. <https://www.eddyfi.com/en/aboutus>

Esquivel-Guerrero, M. P., Sánchez-Cruz, M. L., & Zapuche-Moreno, C. O. (2021). La importancia del mantenimiento como una estrategia de competitividad en las empresas del sector minero. *Revista Entorno Académico*, 23, 46-51.

Fantino, J. (2021, 23 de diciembre). *Service Blueprint: ¡Optimiza el ecosistema de tus procesos con creatividad!* [Mensaje en un blog]. Crehana.

<https://www.crehana.com/blog/negocios/service-blueprint/>

Flyability. (s. f.). *Company* [Compañía]. <https://www.flyability.com/company-page/>

Foro de Minería y Desarrollo. (2020, s.f.) *Empresas mineras en actividad*.

<https://foromind.com/nos-informamos/mineria-en-el-peru/empresas-mineras-en-peru/empresas-mineras-en-actividad/>

Gibbons, S. (2017, 27 de agosto). *Service Blueprint: Definition*. [Mensaje en un blog].

Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/service-blueprints-definition/>

Google. (s. f.). *Google Patentes*. <https://patents.google.com/>

IDEO Design Thinking. (s. f.). *Design thinking defined* [Definición del pensamiento de diseño]. <https://designthinking.ideo.com/>

- INEI. (2021). *Perú: Sistema de Monitoreo y Seguimiento de los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <http://ods.inei.gob.pe/ods/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- Irigaray, J. (2021, 5 de noviembre). *Design thinking: qué es y cuáles son sus características* [Artículo en un blog]. EAE Business School. <https://retos-directivos.eae.es/design-thinking-que-es-caracteristicas-y-fases/>
- Kotler, P. y Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing*. Pearson Educación.
- La República. (2019, 25 de mayo). Ruptura del codo del mineroducto se debió a defecto en su fabricación. <https://larepublica.pe/politica/728331-ruptura-del-codo-del-mineroducto-se-debio-a-defecto-en-su-fabricacion/>
- López, L. (2021). Reporte de vigilancia tecnológica: Robots de inspección para túneles y ductos de relaves – Minería (*Informe*). Tumi Robotics.
- Lüdeke-Freund, F. (2010). Towards a Conceptual Framework of Business Models for Sustainability. En *ERSCP-EMU Conference* (pp. 1-28). Delft, The Netherlands.
- Macera, D. (2021, 29 junio). IPE: Cómo impacta la minería en la productividad de Perú. Instituto Peruano de Economía. <https://www.ipe.org.pe/portal/ipe-como-impacta-la-mineria-en-la-productividad-de-peru/#:%7E:text=La%20participaci%C3%B3n%20del%20sector%20minero,a%20su%20producci%C3%B3n%20E2%80%9D%2C%20valor%C3%B3>
- Maquintel Robotic Services. (s. f.). *Sobre Maquintel*. <https://www.maquintel.com/sobre-maquintel/>
- Mind Tools. (s.f.). *The Action Priority Matrix*. <https://www.mindtools.com/agst6d0/the-action-priority-matrix>
- Ministerio de Economía y Finanzas [MEF]. (2021a). Marco macroeconómico multianual (*Informe*). [https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/marco\\_macro/MMM\\_2022\\_2025.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/MMM_2022_2025.pdf)

- Ministerio de Economía y Finanzas [MEF] (2021b). Nota Técnica para el uso del precio Social del Carbono en la Evaluación Social de Proyectos de Inversión  
[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 Energía y Minas. (s. f.). *Perú: País Minero*. Ministerio de Energía y Minas (Minem).  
[https://www.minem.gob.pe/\\_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159](https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=1&idTitular=159&idMenu=sub149&idCateg=159)
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). Anuario Minero 2019  
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUAARIOS/2019/AM2019.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas (2021a). Anuario Minero 2021. (*Reporte estadístico*).  
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUAARIOS/2021/AM2021.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2021b). Cartera de proyectos de Construcción de Mina  
[https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/INVERSION/2021/CPM2021\(1\).pdf](https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/INVERSION/2021/CPM2021(1).pdf)
- Ministerio de Energía y Minas. (2022). Boletín Estadístico Minero (*boletín edición 04-2022*).  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3205148/BEM04-2022.pdf.pdf>
- Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf)
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2013, 5 de junio). El OEFA sanciona a compañía minera Antamina S.A. con una multa de 56 unidades impositivas

tributarias. <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-sanciona-a-compania-minera-antamina-s-a-con-una-multa-de-56-unidades-impositivas-tributarias/ocac02/>

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería [Osinermin]. (2020).

Publicaciones. Osirnerming.

[https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Iustrativo-Accidentes-Mineria-2019.pdf](https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/mineria/Documentos/Publicaciones/Compendio-Iustrativo-Accidentes-Mineria-2019.pdf)

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (s. f.). *Patentscope*.

<https://patentscope.wipo.int/search/es/search.jsf>

Osterwalder, A. y Pigneur, Y. (2010). *Generación de modelos de negocio*. Grupo Planeta.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Smith, A., Bernarda, G. y Papadacos, P. (2015). Diseñando la propuesta de valor (Meneses, M., trad.; 1° ed.). Deusto. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Disenando-la-propuesta-de-valor-Alexander-Osterwalder-Yves-Pig.pdf>

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.

*International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Patent Inspiration. (s. f.). *Free Entry* [Entrada libre]. <https://app.patentinspiration.com/>

Plataforma digital única del Estado Peruano (s.f.). Régimen MYPE Tributario – RMT

<https://www.gob.pe/6990-regimen-mype-tributario-rmt>

Poma, H., Rodríguez, J.A., & Serafín, L. (2020). Validación y empaquetamiento de la solución tecnológica integral de inspección de túneles y ductos de infraestructura de relaves para la optimización de la gestión de integridad en minería (*Informe Hito n°1*). Tumi Robotics.

Porter, M. (2008, enero). Las cinco fuerzas competitivas que le dan fuerza a la estrategia.

Redacción ProActivo. (2019, 07 de agosto). *ABB, y la robótica en las minas*. ProActivo.

<https://proactivo.com.pe/abb-y-la-robotica-en-las-minas/>

Reporte Minero. (2019, 08 de septiembre). *MIRS lanzó innovadora solución robótica*.

<https://www.reporteminero.cl/noticia/reportajes/2019/09/mirs-lanzo-innovadora-solucion-robotica>

Schume, P. (2020, 17 de abril) *Improve product quality and yield with intelligent, secure, and adaptable manufacturing operations*. Industry 4.0 brings opportunities to infuse AI into manufacturing. IBM. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-manufacturing-ready/>

Torre, J. (2021, 15 de noviembre). *Así tributa la minería en el Perú*. Latindadd, Red Latinoamericana por Justicia Económica y Social.

<https://www.latindadd.org/2021/11/15/la-verdadera-tributacion-minera/>

Waygate Technologies. (s. f.). *About Us* [Sobre nosotros]. <https://inspection-robotics.com/about-us/>

## Apéndices

### Apéndice A. Guía de Entrevista y Resultados

Se diseñó una guía de entrevista con 17 preguntas orientadoras para recolectar información de parte del personal administrativo de las empresas mineras con el objetivo de validar la información obtenida acerca de las necesidades del usuario y las problemáticas relacionadas.

**Tabla A1**

#### *Guía de Entrevista*

Ítem	Pregunta	Objetivo
1	¿Qué cargo ocupa dentro de la empresa? ¿Cuánto tiempo labora en la empresa?	Conocer el rol que desempeña dentro de la organización (estratégico/táctico) y el tiempo que viene desempeñándose en ella.
2	¿Cuál es el objetivo principal del área?	Identificar el área donde se desempeña así como la misión de dicha área para determinar si cumple una función estratégica para el desarrollo de la solución a los problemas identificados.
3	¿Qué problemas asociados a la infraestructura de la mina (entiéndase como infraestructura a los túneles y/o ductos por donde se transporta los materiales) se han presentado en los últimos 12 meses? ¿Con qué frecuencia se han presentado?	Determinar cuáles son los problemas que existen relacionados a la infraestructura de la mina, a fin de validar si son los mismos que el equipo de investigación ha encontrado.
4	¿Cuál ha sido el impacto de estos problemas a nivel social, medioambiental y empresa?	Dimensionar el impacto cuantitativo y cualitativo y así evaluar el alcance de los problemas en tres ejes: empresa, sociedad y medioambiente.
5	¿Qué soluciones han planteado para estos problemas? ¿Cómo se originó esta solución?	Conocer el origen y detalle de las iniciativas planteadas por la organización para dar solución al (los) problema(s) mencionados.
6	¿Cuáles de ellas se han implementado? ¿Por qué fueron seleccionadas?	Identificar las iniciativas implementadas por la organización y los factores que determinaron su elección.
7	¿Cuánto tiempo ha tomado el diseño e implementación de la solución? ¿Cómo se desplegó la solución?	Estimar el tiempo dedicado para el diseño de la solución y la implementación de la misma, ahondando en los pasos ejecutados para su despliegue.
8	¿Quiénes han intervenido en la solución? ¿Fueron actores internos o externos?	Identificar a los miembros de la organización y otros actores que formaron parte del equipo del diseño e implementación de la solución.
9	¿Cuáles fueron los resultados de la implementación? ¿Cuánto fue el costo estimado?	Identificar cuáles fueron los recursos involucrados (en términos de costos estimados) y los resultados de las soluciones implementadas para la problemática.
10	¿Cómo evaluaría los resultados de la solución implementada?	Conocer la valoración sobre los resultados de la solución ante la problemática desde la perspectiva del entrevistado(a).
11	De las soluciones planteadas originalmente, ¿Cuáles no se llegaron a implementar? ¿Por qué?	Conocer qué tipo de soluciones no se lograron aplicar a la problemática y sus motivos, los cuales serán clave en el diseño de una nueva solución.
12	Ante la problemática identificada, ¿Qué tecnología han considerado utilizar para su solución?	Identificar si existe interés por la búsqueda de soluciones relacionadas a la tecnología y si actualmente aplican alguna.



Ítem	Pregunta	Objetivo
13	De ser afirmativa, ¿Cuál considera que son los principales obstáculos para su implementación efectiva?	Identificar las principales barreras para implementar tecnologías en la solución de la problemática.
14	¿Tiene conocimiento de esta problemática en empresas del sector a nivel de Latinoamérica o del mundo? De ser afirmativa, ¿Qué soluciones conoce?	Conocer si tiene nociones de otras soluciones a nivel local o internacional, así como identificar si cuenta con conocimientos sobre cómo implementar soluciones de mejora.
15	¿Cuál de estas soluciones considera que se podrían aplicar en Perú? ¿Por qué?	Identificar si estas soluciones se podrían aplicar en el Perú y cuál sería la justificación de ello.
16	¿Qué soluciones de las mencionadas no se podría aplicar en Perú? ¿Por qué?	Identificar qué tipo de soluciones tendrían dificultades u obstáculos actualmente para su implementación en Perú.
17	Desde su perspectiva, ¿qué tipo de soluciones se necesitarían para resolver este problema?	Identificar qué soluciones son afines al entrevistado como parte del equipo de operaciones.



Tabla A2

## Resultados de Entrevistas

Ítem	Pregunta	Entrevista 1 – Empresa M	Entrevista 2 – Empresa A	Entrevista 3 – Empresa G
1	¿Qué cargo ocupa dentro de la empresa? ¿Cuánto tiempo labora en la empresa?	Puesto Confidencial en el Área de Proyectos y labora alrededor de 10 años en la compañía.	Sub Gerente de Mantenimiento y Energía, labora alrededor de 16 años en la compañía.	Asesor de Gerencia y Operaciones
2	¿Cuál es el objetivo principal del área?	Los objetivos son: dar sostenibilidad a las operaciones (reducción y refinados de mineral) y evaluar las futuras ampliaciones o nuevos negocios de la división minera. Como parte de su gestión revisan temas relacionados a la infraestructura minera.	Mantener en buen estado la operatividad de los equipos de gran envergadura en mina para asegurar su funcionalidad.	Dictaminar normas y pautas para el mantenimiento de la operación de todo lo que son las relaveras, desmonteras y todo lo que tenga que ver con lo geotécnico. Plantas de tratamiento de beneficio y depósito de desmontes y relaveras. Garantizar la estabilidad de los componentes de las relaveras, desmonteras y todo lo geotécnico.
3	¿Qué problemas asociados a la infraestructura de la mina (entiéndase como infraestructura a los túneles y/o ductos por donde se transporta los materiales) se han presentado en los últimos 12 meses? ¿Con qué frecuencia se han presentado?	La unidad minera A tiene una buena planificación, por ello, su infraestructura debe soportar en óptimas condiciones al menos 10 años y no hubo problemas relacionados en los últimos 12 meses. En otra unidad minera B, la planificación ha sufrido muchas modificaciones y por ende en decisiones relacionadas a la gestión de la infraestructura. La división de Operaciones tiene un área de Mantenimiento que revisa equipos y tienen contratistas para el mantenimiento del campamento. Además, se vela por el cumplimiento del entrenamiento al personal en SST (Seguridad y Salud en el Trabajo) y evitar accidentes laborales. La infraestructura civil como ductos y canales no tiene un mantenimiento como tal, solo se hacen inspecciones para revisar fisuras o identificar si hay riesgos para la integridad estructural. Pero si las normativas de diseño consideradas mantienen altos estándares el riesgo de daños en la infraestructura es bajo. Las inspecciones son entre dos a tres veces al año.	Se podría decir que se encuentran dos tipos de problemas básicamente: Planta: el molino presenta cierta elevación de temperatura dos veces al año aproximadamente. En ese caso, la solución es revisar si la presión es correcta, si el ajuste es correcto, y si no es así, realizar las modificaciones.  Mina: El eje principal del winche debe trabajar lo más horizontal posible, pero a veces suele tener una desviación. En ese caso, para resolverlo, se tiene que desarmar y hacer nuevamente el procedimiento de montaje. Esto pasó y como consecuencia hubo 12 días de operación parada en la extracción de minerales, lo cual equivale a que el 75% y 80% de los minerales dejó de extraerse para la producción.  A nivel de infraestructura, lo que ocurrió este año es que se malogró el pique. En el nivel 23, se encontró agua caliente y se inundó aproximadamente tres niveles. Se trabajó en la recuperación de la zona (casi dos meses).	Tenemos un programa de monitoreo, tanto en la estabilidad física y química de todos los componentes, se realiza a diario, ya que las normas son exigentes. Son evaluaciones semanales y semestrales, las cuales son validadas con empresas terceras. A través de la OEFA y Osinergmin, se presentan estos reportes ante el Ministerio de Energía y Minas.  En los últimos doce meses no hemos presentado algún problema asociado con la operatividad minera.  Se separa el agua inocua de los reláveles de saturación, contamos con soluciones y contamos con una planta de aguas residuales en la operatividad minera. A veces se presentan excedentes en el volumen de agua que hay que tratar, pero es manejable por los protocolos que se utiliza en mina.

Ítem	Pregunta	Entrevista 1 – Empresa M	Entrevista 2 – Empresa A	Entrevista 3 – Empresa G
4	¿Cuál ha sido el impacto de estos problemas a nivel social, medioambiental y empresa?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas. Un impacto estimado a nivel empresa por la paralización de una planta puede ser de un millón de dólares por hora.	La mina no paró en este caso, porque se trató de un problema de profundización, pero sí hubo costos económicos para la empresa porque se tuvieron que alquilar grupos electrógenos y bombas para retirar el agua, además de contratar personal para solucionarlo. A nivel social y ambiental no hubo mayor impacto.	Están ubicados a 4 mil metros sobre el nivel del mar, los ríos aledaños son pequeños, por lo que los daños son mínimos. Somos controlados diariamente con equipos. Se tiene mucho cuidado en la operatividad, contamos con equipos automatizados que emiten listados o reportes constantes. Alarmas de alerta de operación constante.
5	¿Qué soluciones han planteado para estos problemas? ¿Cómo se originó esta solución?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	Analizar mejor el recorrido del agua para ver dónde desemboca y evitar que haya nuevamente inundaciones de este tipo. Se debe asegurar que el agua termine en un canal de drenaje.	Primero habrá que identificar el problema, no hay una predicción, por ejemplo, ante un desborde de un dique principal de la relavera habría fugas muy altas, pero contamos con protocolos y códigos de alerta con sirenas y se toma las medidas del caso.
6	¿Cuáles de ellas se han implementado? ¿Por qué fueron seleccionadas?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	No aplica, no hubo incidencias similares anteriormente. Lo que ocurrió con el pique fue ocasional.	A la fecha no se han implementado.
7	¿Cuánto tiempo ha tomado el diseño e implementación de la solución? ¿Cómo se desplegó la solución?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	No aplica, no hubo incidencias similares anteriormente.	Son soluciones inmediatas, se tiene una <i>check list</i> con todo lo preparado para atender contingencias. El control es bien estricto.
8	¿Quiénes han intervenido en la solución? ¿Fueron actores internos o externos?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas. El área de Mantenimiento trabaja de la mano con proveedores para labores puntuales como la inspección de infraestructura. También tienen técnicos propios de la compañía para el monitoreo.	Personal externo (especialistas, según el tipo de problema) que se tuvo que contratar, además del contacto con proveedores que faciliten los grupos electrógenos y las bombas de agua, entre otros. Los proveedores son aliados estratégicos que nos auxilian rápidamente.	Personal interno, cuentan con todas las especialidades multidisciplinarias, todos están en sus secciones. Existe un departamento para cada área.
9	¿Cuáles fueron los resultados de la implementación? ¿Cuánto fue el costo estimado?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas. Un servicio de inspección de infraestructura considera uno/dos inspectores y puede costar aproximadamente entre \$50 a \$70, si deben usar herramientas, no toda la inspección es visual. El servicio completo puede ser entre \$35,000 a \$40,000. En una de las unidades mineras han trabajado con un robot de la PUCP, considera que es una buena idea porque hay lugares que son inaccesibles.	En el presupuesto anual se tiene contemplado los servicios de terceros ante posibles contingencias. Por ejemplo, por problema eléctrico se suele estimar entre \$5,000 y \$7,000, según la complejidad del problema. En el caso del problema del winche para nivel el eje, se puede estimar hasta \$100,000 y para el problema del pique, a nivel de infraestructura por la fuga del agua, se puede estimar hasta \$500,000.	Son costos que se han considerado dentro del plan de contingencia que elabora y desarrolla la minera.
10	¿Cómo evaluaría los resultados de la solución implementada?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	Las soluciones han sido efectivas.	Han sido soluciones efectivas por parte de las áreas involucradas por áreas y tipo de solución a desarrollar.

Ítem	Pregunta	Entrevista 1 – Empresa M	Entrevista 2 – Empresa A	Entrevista 3 – Empresa G
11	De las soluciones planteadas originalmente, ¿Cuáles no se llegaron a implementar? ¿Por qué?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	La solución que se planteó fue la que se ejecutó para resolver cada tipo de problema.	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.
12	Ante la problemática identificada, ¿Qué tecnología han considerado utilizar para su solución?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.	Se podría destacar la tecnología que se usó para solucionar la salida de agua caliente. Se adquirieron bombas sumergibles con mayor resistencia a altas temperaturas y capacidad de bombeo.	No aplica, no hubo incidencias relacionadas.
13	De ser afirmativa, ¿Cuál considera que son los principales obstáculos para su implementación efectiva?	No aplica, no hubo incidencias relacionadas. Sobre los robots de inspección, considera que es una tecnología en estabilización, además que se requeriría adquirir el activo, así como capacitar el personal, lo cual incrementa el costo de la operación.	No aplica, porque se buscaron proveedores que respondan a las necesidades de la problemática.	Identificar tecnologías habilitadoras que la compañía acepte o esté interesado en utilizar en mina.
14	¿Tiene conocimiento de esta problemática en empresas del sector a nivel de Latinoamérica o del mundo? De ser afirmativa, ¿Qué soluciones conoce?	Sí, conoce a la empresa VALE en Brasil. Debido a este desastre los niveles de seguridad se incrementaron para prevenir estas situaciones.	Cada mina es particular y tiene sus propios problemas, según su infraestructura. Hay minas que suelen tener problemas similares a la fuga de agua, la mina X ubicada en La Merced y la mina Y localizada en Cerro de Pasco.	Perú y Bolivia, están utilizando tecnología que proviene en algunos casos de Chile y Europa.
15	¿Cuál de estas soluciones considera que se podrían aplicar en Perú? ¿Por qué?	No se tiene referencias sobre esta pregunta.	Las soluciones deben ajustarse a la problemática de cada mina, es particular la solución.	Tenemos en el Perú minas con tecnología muy avanzada acorde del tamaño de la mina. No creo que debamos considerar una tecnología que exceda el tamaño que tenemos.
16	¿Qué soluciones de las mencionadas no se podría aplicar en Perú? ¿Por qué?	No se tiene referencias sobre esta pregunta.	No se tiene referencias sobre esta pregunta.	No se tiene referencias sobre esta pregunta
17	Desde su perspectiva, ¿qué tipo de soluciones se necesitarían para resolver este problema?	No se tiene referencias sobre esta pregunta.	No se tiene referencias sobre esta pregunta.	No se tiene referencias sobre esta pregunta

## Apéndice B. Criterios de Puntuación para Priorizar

**Tabla B1**

*Rangos para Priorizar las Soluciones*

Nivel	Puntuación	Complejidad	Impacto
Alto	5	Contar con todos los recursos necesarios para el diseño, pruebas e implementación de la solución elegida requiere de un alto nivel de esfuerzo para la organización y los interesados que participan de la iniciativa.	Cubre todas las necesidades identificadas.
Medio	4 - 3	Contar con todos los recursos necesarios para el diseño, pruebas e implementación de la solución elegida requiere de un nivel medio de esfuerzo por parte de la organización y de los interesados que participan de la iniciativa.	Cubre entre tres y cinco necesidades identificadas.
Bajo	1 - 2	Contar con todos los recursos necesarios para el diseño, pruebas e implementación de la solución elegida requiere de poco o nulo esfuerzo por parte de la organización y los interesados que participan de la iniciativa.	Cubre menos de dos necesidades identificadas.

## Apéndice C. Evaluación de Soluciones a Priorizar

**Tabla C1**

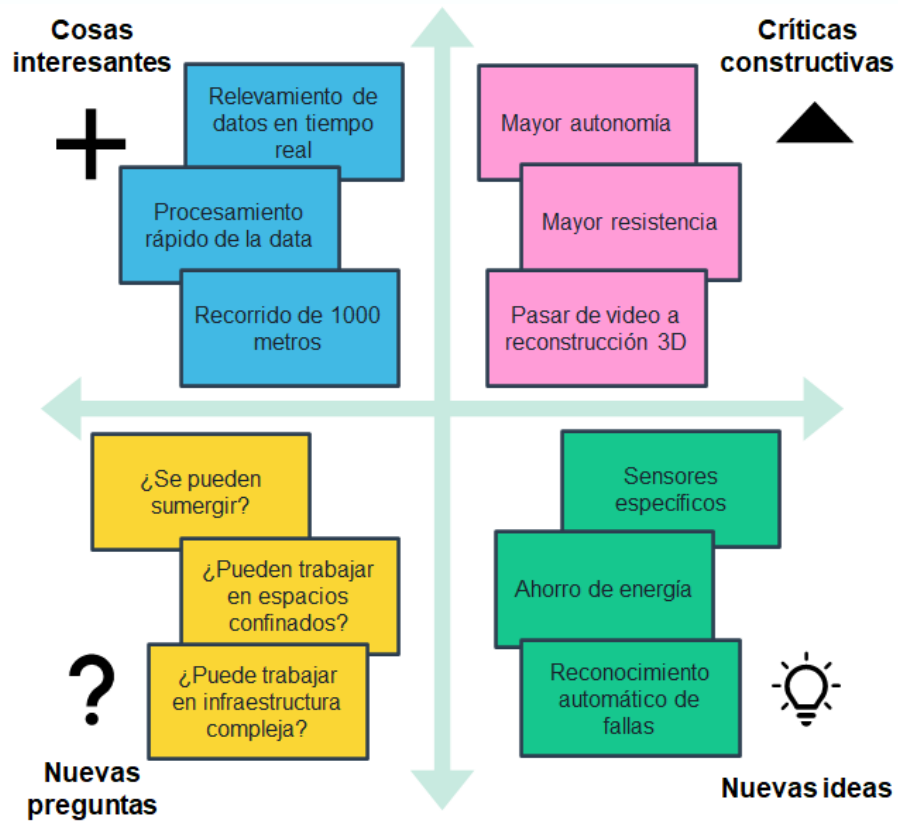
*Puntaje de la Evaluación de Criticidad e Impacto*

Ítem	Solución	Complejidad	Impacto
1	Montar una red de sensores que permitan el monitoreo de la infraestructura desde una sala de control	4	4
2	Contar con una cuadrilla de inspección motorizada que pueda desplazarse rápidamente al punto en donde se detectó el incidente	3	3
3	Estandarizar los protocolos de identificación y atención de incidentes, los cuales deben ser conocidos por la cuadrilla de inspección	2	2
4	Contar con una cuadrilla de inspección conformada por las principales especialidades técnicas	3	3
5	Contratar un servicio tercerizado de inspección, especializado en infraestructura minera, que realice revisiones de acuerdo con un plan de monitoreo	1	3
6	Automatizar las labores de inspección mediante el uso de tecnología portable que permita analizar e identificar los daños a la infraestructura con una alta precisión	2	4

## Apéndice D. Lienzo Blanco de Relevancia

Figura D1

Lienzo Blanco de Relevancia



## Apéndice E. Guía de Encuesta

**Tabla E1**

*Guía de Encuesta*

Preguntas de Segmentación: Empresa, nombre y cargo.

Objetivo: Identificar si los clientes están dispuestos a adquirir los servicios de inspección de infraestructura minera mediante un robot teleoperado.

Presentación: Somos una empresa que brindamos el servicio de inspección de infraestructura minera a través de robots inteligentes teleoperados que se adaptan a entornos de difícil acceso, capaces de identificar problemas estructurales mediante la captura de imágenes, videos y simulaciones 3D, las cuales se analizan con un software especializado para conocer el estado de la infraestructura y, a partir de ello, las empresas puedan tomar acciones correctivas y preventivas para la mitigación de riesgos.

1. ¿Considera que el servicio presentado es aplicable a las operaciones de mantenimiento de su empresa?

Opciones:

- a. Sí
- b. No

Si respondió “Sí”:

2. ¿Cuáles son los atributos que más valoraría del servicio presentado?

Opciones:

- a. Seguridad
- b. Confiabilidad
- c. Rapidez
- d. Otro \_\_\_\_\_

3. ¿Cuántas operaciones mineras activas (en operación) tiene actualmente su empresa?



4. De las operaciones mineras activas ¿En cuántas de ellas aplicaría el servicio de inspección?
5. Sobre las operaciones mineras activas en la que aplicaría el servicio de inspección, ¿cuántas inspecciones estaría dispuesto a contratar anualmente?
6. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por cada servicio de inspección?

Rangos (en US\$):

- a. Menos de 40k
  - b. 40k – 45k
  - c. 45k – 50k
  - d. 50k – 55k
  - e. 55k – 60k
  - f. Más de 60k
7. ¿Qué otros aspectos considera importantes incluir en nuestra propuesta de servicio?

Si respondió “No”:

8. ¿Nos puede comentar cuáles son las razones por las que no adquiriría el servicio?

Opciones:

- a. No tengo necesidades de ese tipo en mi empresa
  - b. El servicio no me genera confianza
  - c. Actualmente tengo otro proveedor para este tipo de servicios
  - d. Otro \_\_\_\_\_
9. Bajo esa perspectiva, ¿qué cambiaría del servicio para que considere su adquisición?

Para finalizar,

10. ¿Estaría interesado en una demostración de nuestro servicio en campo?

Opciones:

c. Sí

d. No



## Apéndice F. Costos del Plan de Operaciones

**Tabla F1**

*Costos Variables de los Servicios de Inspección y de Demostración*

Inspección			Demostración		
Concepto	Monto		Concepto	Monto	
Alquiler de equipos	S/	30,000	Alquiler de equipos	S/	15,000
Mantenimiento de equipos	S/	1,950	Mantenimiento de equipos	S/	1,950
Hospedaje	S/	300	Hospedaje	S/	150
Alimentación	S/	300	Alimentación	S/	200
Transporte personal	S/	468	Transporte personal	S/	468
Transporte de equipos			Transporte de equipos		
Interprovincial	S/	3,000	Interprovincial	S/	3,000
Local	S/	2,100	Local	S/	600
<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>38,118</b>	<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>21,368</b>

**Tabla F2**

*Costos Fijos de la Operación*

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Costo seguro	S/	4,680	S/	4,680	S/	4,680	S/	4,680	S/	4,680
Planilla	S/	293,650	S/	304,150	S/	421,791	S/	435,791	S/	449,791
Gastos administrativos	S/	16,355	S/	16,038	S/	17,898	S/	17,264	S/	17,898
Servicios terceros	S/	130,164	S/	130,164	S/	130,164	S/	130,164	S/	130,164
Gto. Marketing	S/	188,800	S/	178,800	S/	178,800	S/	178,800	S/	178,800
Gto Ventas	S/	4,250	S/	4,700	S/	5,150	S/	5,600	S/	6,050
<b>Total</b>	<b>S/</b>	<b>637,899</b>	<b>S/</b>	<b>638,532</b>	<b>S/</b>	<b>758,484</b>	<b>S/</b>	<b>772,300</b>	<b>S/</b>	<b>787,384</b>

**Tabla F3***Headcount y Planilla de la Operación*

Headcount	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gerente General	1	1	1	1	1
Gestor Técnico	1	1	2	2	2
Ejecutivo Comercial	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Planilla	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Gerente General	S/	124,189	S/	128,689	S/	133,189	S/	137,689	S/	142,189
Gestor Técnico	S/	100,141	S/	103,641	S/	214,282	S/	221,282	S/	228,282
Ejecutivo Comercial	S/	69,320	S/	71,820	S/	74,320	S/	76,820	S/	79,320
<b>Total Anual</b>	<b>S/</b>	<b>293,650</b>	<b>S/</b>	<b>304,150</b>	<b>S/</b>	<b>421,791</b>	<b>S/</b>	<b>435,791</b>	<b>S/</b>	<b>449,791</b>