

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



**Evaluación técnico – financiera de alternativas para optimizar el costo energético
de una empresa especializada en la minería de activos digitales en el Perú**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO
EN ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA**

QUE PRESENTA:

Luis Miguel, Farfán Salazar

Franco Alexander, Liza de Souza

Ronald Junior, Velasquez Nano

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA
EN ADMINISTRACIÓN DE LA ENERGÍA**

QUE PRESENTA:

Romy Noelia, Quispe Salcedo

ASESOR

Nicolás Andrés Núñez Morales

Surco, julio, 2024

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 de la tesis/el trabajo de investigación titulado “Evaluación técnico – financiera de alternativas para optimizar el costo energético de una empresa especializada en la minería de activos digitales en el Perú”, de los autores:

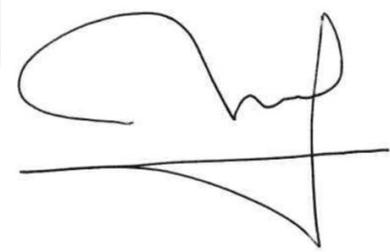
Romy Noelia, Quispe Salcedo,
Luis Miguel, Farfán Salazar,
Franco Alexander, Liza de Souza,
Ronald Junior, Velasquez Nano,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 15%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/07/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Surco, 16 de julio de 2024

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

Agradecimientos

Agradecemos en primera instancia a Dios, por permitirnos haber completado el programa de maestría con salud a pesar de la complicada situación presentada en los últimos años, y a nuestras familias por el soporte brindado durante las arduas jornadas de estudio, y su comprensión por todo el tiempo invertido en la maestría, apoyo que facilitó enormemente la experiencia de completar el programa.

Asimismo, queremos agradecer a la empresa Tecnomine, la cual forma parte de TECNOMAQ V&L S.R.L, por permitirnos tener acceso a su información, y en especial la colaboración de los fundadores de Tecnomine, Ingenieros Carlos León Velasquez y Luis León Velasquez, por el tiempo brindado en los procesos de análisis de diagnóstico, juicios de expertos y retroalimentación, los cuales forman parte fundamental del presente estudio.

Finalmente, agradecemos a los docentes de la Escuela de Negocios CENTRUM PUCP por habernos brindado las herramientas necesarias para poder llevar a cabo el presente estudio, con una especial mención a los profesores Juan O'brien Cáceres y Nicolás Nuñez Morales quienes con su experiencia proporcionaron la guía necesaria para poder desarrollar esta tesis, a pesar de los retos que representa el desarrollo de una temática poco convencional.

Dedicatorias

A mi familia y amigos que me inspiran a ser mejor persona y plantearme retos en la vida como el culminar esta etapa de estudios satisfactoriamente, y a la vez alentarme a seguir continuando por el camino del aprendizaje y el desarrollo del conocimiento.

Luis Farfán Salazar

A Janeth mi amada esposa y mis queridos hijos Franco, Adrian y Gabriel, quienes con su aliento y motivación constante han sido mi fuente de inspiración en la consecución de este objetivo. A mis padres, cuya enseñanza de esfuerzo y dedicación marcaron mi camino de vida.

Franco Liza de Souza

Esta tesis se la dedico a Dios, de quien todo proviene, a mis padres Luis y Salomé, que son mi fuente de amor incondicional, y a mi esposo Paul y mis hijas Issabel y Ariana, que son el motor de mi vida.

Romy Quispe Salcedo

A mi esposa por haberme brindado soporte y acompañamiento durante los dos años de estudio, y por su comprensión por el tiempo requerido por la maestría, tiempo que no pude compartir con mi familia. Asimismo, dedico este trabajo a mis padres quienes son ejemplo perseverancia y empuje para hacer bien las cosas.

Ronald Velasquez Nano

Resumen Ejecutivo

La minería de activos digitales es un proceso digital, en el cual equipos de cómputo de alto desempeño son vinculados a una red específica para el procesamiento de operaciones matemáticas altamente complejas para la validación de transacciones, que posteriormente son incorporadas a una cadena de bloques principal. En esta línea, los mineros, propietarios de los equipos de cómputo, reciben una recompensa pagada en la misma moneda procesada. Es preciso resaltar que todo este proceso requiere del suministro de altos niveles de energía eléctrica para los equipos de cómputo.

Debido al requerimiento intensivo de energía eléctrica, los mineros requieren tener acceso a fuentes de energía que puedan soportar la demanda requerida a precios competitivos para minimizar los costos de producción del minado digital. Este hecho, representa una restricción al crecimiento de las operaciones actuales de Tecnomine, empresa peruana que opera en la industria de las criptomonedas, debido a la limitación de la capacidad de electricidad en su planta. Adicionalmente a ello, al estar vinculados a operaciones con criptomonedas, este tipo de negocios son calificados de alto riesgo por la volatilidad inherente de las criptomonedas, lo cual limita las fuentes de financiamiento para el crecimiento de sus operaciones.

Es así como, a partir del análisis y diagnóstico realizado, se plantearon tres opciones para que Tecnomine pueda expandir sus operaciones implementando un proyecto modular de minería de Bitcoin. Estas opciones fueron analizadas financieramente, concluyendo que la mejor opción para la expansión de Tecnomine está centrada en el proyecto modular de minería de BTC de 2MW que considera el suministro directo del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) a través de un PPA, ya que esta alternativa presenta los mejores resultados en términos de VAN y TIR, además de tener el menor requerimiento de inversión que los escenarios 1 y 2.

Abstract

The mining of digital assets is a digital process where high-performance computing equipment is linked to a specific network to solve high-complex math operations, to be able to validate trading transactions (buy and sell) among users. Once the transactions are validated, the entire block is added to the main blockchain. As a result, the owners of the computing systems get a reward for the work done in the same currency system. It's important to mention that this complex process is energy-intensive, so computing equipment requires a reliable and high-demand source of power.

In this context, the miners are required to have access to energy providers or sources that can supply electricity at competitive prices, so the production costs of digital mining can be minimized. This fact represents a restriction for the current operations of Tecnomine which is a Peruvian company involved in the cryptocurrencies industry, due to limitations on the power supply capacity in its plant. Likewise, this industry is frequently qualified as a high-risk business because of the volatility of these assets, so the finance sources are limited to support the operation's growth.

For that reason, three scenarios to develop a modular BTC mining plant were analyzed to allow the expansion of current Tecnomine operations. So, a financial assessment was carried out to evaluate each alternative concluding that the best option for the implementation of a 2MW BTC mining plant was the one which considered to be supplied directly from the SEIN power network through a PPA. As a result, this scenario got the best results in terms of net present value (NPV) and internal rate of return (IRR) and requires less investment than scenarios 1 and 2.

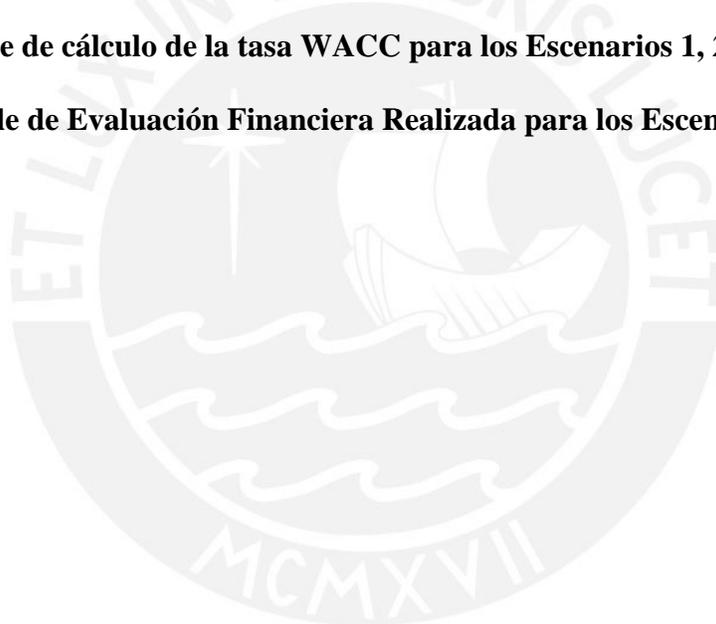
Tabla de Contenidos

Lista de Tablas	xi
Lista de Figuras.....	xii
Capítulo I: Situación General de la Empresa	2
1.1.Presentación de la Empresa	2
1.2.Modelo de Negocio.....	4
1.3.Análisis del Sector Industrial	11
1.3.1. Minería de activos digitales.....	11
1.3.2. Bitcoin (BTC).....	12
1.3.3. Prueba de Trabajo o Proof of Work (PoW).....	14
1.3.4. Poder Computacional.....	15
1.3.5. ASIC (Application-specific integrated circuit)	15
1.3.6. Consumo Energético de la Red Versus Precio del Bitcoin.....	18
1.3.7. Fuentes de Energía	21
1.3.8. Grupos de minería o mining pools.....	23
1.3.9. Estructura de costos.....	25
1.3.10. Criterios de decisión de minado	26
1.3.11. Intercambio de monedas.....	28
1.3.12. Ubicación geográfica de usuarios.....	29
1.3.13. Mercado eléctrico	30
1.4.Análisis del Contexto Externo de la Empresa (Oportunidades y Amenazas).....	40
1.4.1. Oportunidades.....	41
1.4.2. Amenazas	42

1.5. Análisis del Contexto Interno de la Empresa (Fortalezas y Debilidades)	47
1.5.1. Fortalezas	47
1.5.2. Debilidades	48
Capítulo II: Diagnóstico empresarial y Problema Principal	52
2.1. Metodología de Trabajo	52
2.1.1. Estudio de la empresa	53
2.1.2. Definición de Modelo de Negocio y Diagnóstico Integral	53
2.1.3. Determinación de los Problemas	54
2.1.4. Evaluación de Complejidad y Beneficio	57
2.2. Lista de problemas	58
2.2.1. Impacto financiero	58
2.2.2. Impacto en el Abastecimiento de Energía Eléctrica	64
2.2.3. Otros Problemas Identificados	69
2.3. Matriz de Complejidad vs. Beneficio	70
2.4. Presentación del problema principal	73
Capítulo III: Determinación de Causas del Problema Principal	74
3.1. Causas Identificadas	74
3.2. Matriz de Priorización Causa-Raíz	76
Capítulo IV: Alternativas de Solución	79
4.1. Alternativas de solución identificadas	79
4.1.1. Alternativa N° 1: Modularizar la Operación de Minería de BTC para Flexibilizar la Expansión hacia Fuentes de Suministro de Energía Eléctrica con Precios Inferiores a US\$ 70/MWh	79

4.1.2. <i>Alternativa N° 2: Evaluación Financiera para Determinar el Nivel de Riesgo de la Operación de Minería de Activos Digitales</i>	86
4.2. Evaluación de las Alternativas de Solución.....	87
4.2.1. <i>Análisis Financiero</i>	87
4.2.2. <i>Supuestos Requeridos para el Análisis Financiero</i>	88
4.2.3. <i>Definición de Costos de Energía para los Escenarios 1, 2 y 3</i>	96
4.2.4. <i>Evaluación Financiera y Análisis de Sensibilidad</i>	102
4.2.5. <i>Análisis Cualitativo de Ventajas y Desventajas</i>	109
4.2.6. <i>Selección de la mejor alternativa</i>	111
Capítulo V: Plan de implementación y factores clave de éxito	113
5.1. Definiciones clave.....	113
5.2. Plan de implementación y presupuesto.....	114
5.3. Factores Claves de Éxito.....	118
5.3.1. <i>Habilitadores</i>	118
5.3.2. <i>Riesgos</i>	119
5.3.3. <i>Evaluación de los riesgos</i>	121
5.3.4. <i>Herramientas de Mitigación</i>	123
5.3.5. <i>Reevaluación del Riesgo</i>	128
5.3.6. <i>Seguimiento y Control</i>	131
Capítulo VI: Resultados esperados	133
6.1. Resultados Esperados del Plan de Implementación.....	133
6.2. Recuperación de la Inversión.....	135
Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones	137

7.1.Conclusiones.....	137
7.2.Recomendaciones	139
Referencias.....	141
Apéndice A: Carta de autorización para la realización de tesis.....	147
Apéndice B: Business Model Canvas (BMC)	148
Apéndice C: Análisis de Contexto Interno y Externo.....	149
Apéndice D: Ficha Técnica del Equipo de Generación de Energía Eléctrica y Proforma. 150	
Apéndice E: Resumen de Acuerdos de Compra de Energía (PPA)	163
Apéndice F: Detalle de cálculo de la tasa WACC para los Escenarios 1, 2 y 3	164
Apéndice G: Detalle de Evaluación Financiera Realizada para los Escenarios 1, 2 y 3.....	167



Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Matriz de Evaluación de Factores Externos</i>	46
Tabla 2 <i>Matriz de Evaluación de Factores Internos</i>	51
Tabla 3 <i>Criterios de Puntuación para la Variable Complejidad</i>	57
Tabla 4 <i>Criterios de Puntuación para la Variable de Beneficio</i>	58
Tabla 5 <i>Análisis Comparativo Entre Tarifas Eléctricas para el Mercado Regulado Vs Mercado Libre</i>	85
Tabla 6 <i>Evaluación del Valor Estimado del BTC en US\$ Según Nivel de Confianza</i>	92
Tabla 7 <i>Tasa de descuento (WACC) para evaluación de los Escenario 1, 2 y 3</i>	93
Tabla 8 <i>Escenario 1 – Estimación de Costo Anual para Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario Industrial</i>	97
Tabla 9 <i>Escenario 2 - Estimación De Costo Anual para Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario Generador</i>	98
Tabla 10 <i>Desglose de Cargos de Tarifa Eléctrica Dentro de un PPA</i>	101
Tabla 11 <i>Resumen Comparativo de Escenarios en Términos de VAN y TIR</i>	109
Tabla 12 <i>Comparación de Estructura de Financiamiento para Cada Escenario</i>	110
Tabla 13 <i>Comparación del Punto de Equilibrio de Cada Escenario</i>	110
Tabla 14 <i>Comparación de VAN y TIR Para Cada Escenario Según el Nivel de Confianza</i>	111
Tabla 15 <i>Flujo de Caja Libre del Proyecto de Minería de BTC</i>	134
Tabla 16 <i>Resumen de Indicadores Financieros Esperados del Proyecto de Minería de BTC</i> ..	136

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Costo de Electricidad por Región</i>	8
Figura 2 <i>Evolución del Precio del BTC</i>	13
Figura 3 <i>Evolución de la Tecnología del BTC</i>	16
Figura 4 <i>Evolución de la Eficiencia Energética del Minado</i>	18
Figura 5 <i>Precio del Bitcoin en Relación con el Consumo de Energía</i>	19
Figura 6 <i>Evolución de la Migración de la Industria del BTC por Países</i>	20
Figura 7 <i>Estructura de Costos de Minado de China y USA</i>	21
Figura 8 <i>Fuentes de Energía por Región</i>	22
Figura 9 <i>Evolución de las Fuentes de Energía</i>	23
Figura 10 <i>Participación de los Grupos de Minería</i>	24
Figura 11 <i>Estructura de Costos de Minado de China y USA</i>	25
Figura 12 <i>Criterios de Selección de Criptomonedas</i>	26
Figura 13 <i>Monedas Convencionales con Monedas Estables Digitales</i>	28
Figura 14 <i>Intercambio Interno de Monedas Digitales</i>	29
Figura 15 <i>Distribución Geográfica de las Empresas y Usuarios</i>	30
Figura 16 <i>Requisitos para la Autorización para Generación Eléctrica en el Perú</i>	36
Figura 17 <i>Fases de Implementación de una Planta de Generación Eléctrica</i>	37
Figura 18 <i>Normativa General de la Supervisión en la Industria de Gas Natural</i>	39
Figura 19 <i>Identificación de Problemas Mediante Lluvia de Ideas</i>	52
Figura 20 <i>Resumen de los Problemas Identificados</i>	56
Figura 21 <i>Evolución de Costos de Producción del Bitcoin y la cotización BTC/USD</i>	59
Figura 22 <i>Precios Históricos del BTC de 2019-2023</i>	62

Figura 23 <i>Distribución de Costos de Minería de Criptomonedas por Región</i>	65
Figura 24 <i>Planilla de Evaluación de Problemas por Complejidad de Atención y Beneficio Potencial</i>	71
Figura 25 <i>Resultados de Análisis de Evaluación Complejidad vs Beneficio</i>	72
Figura 26 <i>Matriz de Complejidad vs Beneficio - Evaluación de Causas</i>	77
Figura 27 <i>Planta Modular para el Minado de BTC</i>	80
Figura 28 <i>Desglose de la Tarifa Eléctrica Residencial en el Perú</i>	83
Figura 29 <i>Valor Estimado del BTC en US\$ en el Periodo 2024-2033</i>	91
Figura 30 <i>Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 1</i>	94
Figura 31 <i>Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 2</i>	95
Figura 32 <i>Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 3</i>	95
Figura 33 <i>Resultados del Valor Presente Neto (VAN) para la Etapa de Generación del Escenario 1</i>	99
Figura 34 <i>Resultados del Valor Presente Neto (VAN) Para la Etapa de Generación del Escenario 2</i>	99
Figura 35 <i>Variación del VAN para el proyecto de minería de BTC – Escenario 1</i>	103
Figura 36 <i>Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 1</i>	104
Figura 37 <i>Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2</i>	105
Figura 38 <i>Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2</i>	105
Figura 39 <i>Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3</i>	106
Figura 40 <i>Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3</i>	107
Figura 41 <i>Comparación de los Resultados del VAN para los Tres Escenarios</i>	108

Figura 42 <i>Comparación de los Resultados del TIR para la Minería de BTC en los Tres Escenarios</i>	108
Figura 43 <i>Plan de Implementación de Proyecto de Minería de Bitcoin</i>	115
Figura 44 <i>Presupuesto Estimado de CAPEX y OPEX para el Proyecto</i>	117
Figura 45 <i>Mapa de Calor de los Riesgos Identificados para el Proyecto de Minería de 2MW</i>	121
Figura 46 <i>Mapa de Calor de los Riesgos Reevaluados para el Proyecto de Minería de 2MW</i>	129
Figura 47 <i>Indicadores de Riesgo para la Operación de Minería Digital de Tecnomine</i>	132



Capítulo I: Situación General de la Empresa

1.1. Presentación de la Empresa

Tecnomine es una empresa peruana pionera en el desarrollo y gestión de proyectos de activos digitales en el Perú, que ha logrado establecer, en los primeros dos años de operación, su primera planta industrial para la minería de activos digitales. Tecnomine surge, inicialmente, en el año 2020 como una iniciativa para la generación de ingresos adicionales al *core* del negocio principal de la empresa original, la cual estaba dedicada principalmente al alquiler de grúas de alto tonelaje y mantenimiento de maquinaria pesada. Sin embargo, los socios fundadores identificaron un gran potencial en la minería de activos digitales, sobre todo en el marco de un escenario económico incierto por la paralización de actividades industriales como consecuencia de las medidas implementadas por el Gobierno Peruano, y el mundo, para intentar controlar el avance de la pandemia del COVID-19.

Es así como Tecnomine pasa de ser una iniciativa alternativa para la generación de ingresos, a representar un emprendimiento concreto para el desarrollo de un negocio principal. A la fecha, Tecnomine, dentro de su portafolio, posee dos líneas de negocio establecidas. La primera y actividad principal, está enfocada íntegramente a la minería de activos digitales, también conocidos como criptomonedas. Esta línea de negocio consiste en obtener recompensas a cambio de disponer la maquinaria computacional de la organización a la red para la validación de transacciones realizadas en criptomonedas a través de sistemas de cadena de bloques o *blockchains*.

Como consecuencia de esta actividad, la compañía recibe como recompensa por el trabajo realizado, una cantidad específica de criptomonedas que son liberadas por el propio algoritmo. Estas pueden mantenerse en ese estado o ser intercambiadas en cualquier plataforma de

intercambio de criptomonedas. Binance es una de ellas y considerada como una de las plataformas más importantes para realizar transacciones en activos digitales, así como, conversión a monedas tradicionales (dólares, soles, etc.) (Clarín, 2021).

La segunda, pero no menos importante línea de negocio es la que está enfocada en proveer servicios a clientes directos que están inmersos en el mundo de la minería de criptomonedas. En este caso, como empresa especializada en tecnología de minería de activos digitales, Tecnomine ofrece servicios tales como: a) diseño, construcción y operación de plantas industriales de minería de activos digitales, b) comercialización de *hardware* especializado para minería de activos digitales, c) actividades de mantenimiento de *hardware* para minería de activos digitales, y d) servicio de *hosting* de equipo de minería de criptomonedas. En las siguientes secciones se detalla de manera más específica cada uno de estos servicios.

Como se mencionó anteriormente, Tecnomine cuenta con una planta industrial de minería de criptomonedas, con una capacidad de 1,900 TH/s¹ de procesamiento, lo cual representa una potencia instalada de 40kW. Asimismo, es preciso indicar que las operaciones de la organización, a septiembre de 2023, se centraron en la minería de Bitcoin (BTC), la moneda digital más importante en el mercado de cripto en función de la capitalización del mercado que representan (Investing, 2023); sin embargo, también cuentan con equipamiento destinado a la minería de Litecoin (LTC) y Monero (XMR), con la finalidad de diversificar el portafolio del negocio. En la sección 1.3.1 se abordará de manera más extensa los conceptos relacionados a los activos digitales que forman parte del mercado cripto.

Con respecto a la visión de la organización, Tecnomine está en la búsqueda de convertirse en una empresa referente en el diseño, construcción y operación de plantas de minería de activos

¹ Terahash por segundo (TH/s) es una unidad de referencia para medir la potencia de procesamiento de un ASIC.

digitales de gran envergadura mayores a 5MW de capacidad en los próximos 5 años. En esta misma línea, la misión de la empresa se centra en la operación y desarrollo de proyectos de minería de activos digitales de alta eficiencia energética. Esto se logra mediante la optimización del uso de la capacidad instalada a través de las soluciones de ingeniería avanzada y el equipamiento de tecnología de última generación que maximizan la rentabilidad del negocio.

Es preciso mencionar que, para la realización de este estudio, se solicitó autorización a la gerencia de Tecnomine para tener acceso a información confidencial de la operación actual, lo cual quedó registrado en la carta de autorización incluida en el Apéndice A. Si bien la intención del presente trabajo se circunscribe a la evaluación técnica y financiera de las mejores opciones para optimizar el costo energético de las operaciones de minería de BTC, se va a tomar como base la información de la empresa Tecnomine. En este sentido, parte de los datos requeridos para realizar el análisis del modelo de negocio, aspectos internos y externos, financiero, etc., provienen directamente de la empresa.

1.2. Modelo de Negocio

En la sección previa se describió de forma general el tipo de negocio en el que está inmerso Tecnomine. Sin embargo, para poder evaluar opciones de mejora que permitan incrementar la rentabilidad del negocio, es necesario entender los detalles del modelo de negocio actual de la compañía. El mercado de criptomonedas ofrece distintas opciones para hacer negocios, dentro de las cuales se han identificado dos rubros principales: a) el *trading* o comercio de criptomonedas, y b) la minería de criptomonedas.

En el primer rubro, personas e instituciones realizan la compra y venta de divisas digitales de manera continua en múltiples ocasiones aprovechando los ciclos de subida y bajada en la apreciación de estas monedas, situación similar al negocio de venta de *stocks* o acciones.

Por otro lado, en el segundo rubro, se tiene la actividad de minería de criptomonedas, en la cual personas (naturales o jurídicas) ponen a disposición de una red específica el poder computacional con el que cuentan. Dicho equipamiento, a través de la ejecución de algoritmos basados en cadenas de bloques, valida transacciones de manera descentralizada, haciendo posible la realización de las actividades de compraventa o *trading*.

En este caso, Tecnomine se dedica exclusivamente al segundo rubro presentado, la minería de criptomonedas. En la sección 1.3 se ahondará con mayor detalle cada uno de los conceptos involucrados en este negocio, se explicará el proceso requerido para la ejecución del minado a partir de lo cual se podrá entender la relación existente entre la minería de activos digitales y su alto requerimiento de energía eléctrica. Por el momento, esta sección tiene la finalidad de mostrar el modelo de negocio de Tecnomine.

Para iniciar con el análisis del modelo de negocio, es necesario conocer al tipo de clientes a los cuales la empresa está enfocada. En esta etapa se identifican a dos grupos divididos en personas jurídicas y personas naturales, los cuales han sido denominados cliente institucional y cliente individual, respectivamente. Dentro del grupo “cliente institucional”, el cual representa el 80% de los clientes, se encuentran tanto las empresas que actualmente cuentan con operaciones de minería digital, como aquellos inversionistas corporativos que buscan diversificar sus ingresos, incursionando en este tipo de negocio. Por el lado del grupo “cliente individual”, el cual agrupa al 20% restante, se encuentran personas que buscan generar ingresos adicionales.

Partiendo de la clasificación de clientes mostrada anteriormente, se identifica que el perfil de ambos está caracterizado por una alta tolerancia al riesgo, además de presentar una capacidad financiera adecuada para afrontar ciclos de alta volatilidad en el mercado. Esta situación genera que existan periodos de tiempo en el cual la mejor opción está en la acumulación del recurso

digital hasta que se alcance los niveles de rendimiento esperado por cada cliente. Asimismo, otra característica de estos clientes es su interés por la adopción de nuevas tecnologías y consideran a las finanzas digitales descentralizadas como una opción viable para reemplazar o complementar a las finanzas convencionales.

Con respecto a la relación con el cliente, Tecnomine ofrece un servicio altamente especializado, lo cual requiere una atención personalizada, ya que no todos los clientes cuentan con el mismo grado de comprensión del negocio. Asimismo, como la operación de los equipos de minería se desarrolla de manera ininterrumpida los 365 días del año, se ofrece un servicio de atención de incidencias las 24 horas del día, con la finalidad de maximizar la disponibilidad de los equipos. Por otro lado, Tecnomine tiene acceso a foros y grupos especializados cerrados a través de redes sociales (Telegram, Discord y Twitter) donde interactúan con especialistas e interesados en el rubro de activos digitales. De otra parte, en el tiempo de operación que tiene Tecnomine hasta la fecha, ha logrado estudiar y establecer vínculos comerciales con algunas empresas dedicadas a la producción de electricidad, lo cual le proporciona un nivel de conocimiento avanzado sobre toda la cadena de valor.

Para el caso de canales de distribución, Tecnomine ha configurado dos canales principales para atender a sus clientes, los canales propios y los canales gestionados por terceros. Los canales propios cuentan con un equipo de ventas con conocimiento técnico, que le permite asesorar de manera personalizada a cada cliente, en función de los requerimientos de cada proyecto. Para el caso de clientes individuales, se cuenta con un servicio de venta *online* en la página *web* de la compañía, donde se pueden adquirir directamente los productos ofrecidos. Adicionalmente se cuenta con canales gestionados por terceros compuestos principalmente por *brokers* especializados que realizan estructuraciones de proyectos para el mejor postor, y los

denominados *partners*, quienes forman parte de empresas que también se dedican a la minería digital que buscan nuevos escenarios para la ampliación de sus operaciones.

Si bien el desarrollo de la industria de minería de criptomonedas en el Perú es incipiente, alrededor del mundo existen diversas organizaciones que compiten directamente con Tecnomine debido a la ausencia de barreras físicas que limiten sus operaciones en el mundo digital. En este sentido, la empresa ofrece una propuesta de valor bastante atractiva, dado que busca brindar precios energéticos competitivos al mercado internacional. Esto ha sido logrado debido al conocimiento de la cadena de valor del negocio de la energía eléctrica.

Este conocimiento se puede evidenciar en el costo de electricidad pagado durante el 2022 y 2023 por Tecnomine (5.5 USDcent/kWh), el cual está cerca al promedio mundial de la industria (4.6 USDcent/kWh) pero distante del promedio de Latinoamérica y El Caribe (3 USDcent/kWh), ver Figura 1 (Blandin et al., 2020). Tecnomine considera que este costo puede ser mejorado a través del incremento de volúmenes de producción y acceso directo a generadores o a la autogeneración de energía. Adicionalmente, propone la ejecución de diseños de plantas de minería que ofrecen altos niveles de eficiencia energética y productividad para la maximización de la rentabilidad. Es importante notar, que en el mercado local no existen otras empresas que ofrezcan una propuesta tan completa como la ofrecida por Tecnomine.

Figura 1*Costo de Electricidad por Región*

Nota. Se muestra el costo de energía eléctrica pagado por las empresas de la industria de activos digitales según región en un rango de precios donde la línea que divide los colores es la mediana de la muestra. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

Para lograr cumplir con la propuesta de valor, se ha identificado las actividades clave que Tecnomine debe asegurar. De esta manera, debido a que el principal insumo para este negocio es la energía eléctrica, la compañía tiene que establecer acuerdos de suministro de energía eléctrica, o de acceso a fuentes de generación. Por otro lado, se ha identificado la necesidad de iniciar con el desarrollo del diseño de plantas de minado modulares que incluya la opción de autogeneración eléctrica mediante la quema de gas natural. Con respecto al capital humano, se requiere continuar con el desarrollo de conocimiento del equipo de trabajo, y, debido a que es una industria descentralizada, se requiere que el personal que interviene con clientes pueda desenvolverse en un ambiente dominado por el idioma inglés.

Con relación a los recursos requeridos para esta industria, el costo del capital representa en promedio el 45% del costo total (compra de equipo de minado, desarrollo de infraestructura).

El 55% restante es el costo operacional (electricidad, mantenimiento, mano de obra). Del cual el 79% está relacionado al pago de la electricidad; sin embargo, la distribución de costos varía según la región donde se opere. En el caso de Latinoamérica, el costo de capital es el más relevante, debido a la importación de los equipos de minado y el segundo costo más relevante es el de la energía eléctrica (Blandin et al., 2020).

En línea con el párrafo anterior, las actividades claves identificadas en Tecnomine son la infraestructura energética (compuesta por la generación y los sistemas de enfriamiento), infraestructura para minería (locaciones y equipos de minería), servicio de internet estable, servicio de ciberseguridad, y la principal materia prima la energía eléctrica. Ahora, si bien este tipo de industria no es intensiva en mano de obra, se ha identificado dentro del grupo humano clave a las siguientes posiciones: a) Operativos: especialista en electrónica, especialista en sistemas y redes, y al especialista mecánico – eléctrico, b) Administrativos: especialista comercial con enfoque técnico. Finalmente, se incluye a los recursos financieros, ya que esta industria es intensiva en capital para el desarrollo de economías de escala.

Es importante notar, que la compañía no opera de manera aislada y que depende de manera importante de otras partes vinculadas con el negocio. Este grupo es identificado como los socios clave quiénes tienen una gran injerencia en el desarrollo y éxito de la organización. Para el caso de Tecnomine, se ha identificado como aliados internos a los proveedores de equipamiento de generación, proveedores de equipamiento para minería (Bitmain y Whatsminer, principalmente), *pools* de minería, proveedores de energía eléctrica, clientes institucionales, accionistas, y al equipo de operación y mantenimiento de la empresa.

Se ha identificado tres *stakeholders* externos principales. El Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el cual es el órgano encargado de establecer las reglas de juego del mercado

energético. Las entidades financieras, las cuales ayudarán al apalancamiento necesario en el desarrollo de proyectos. Y por supuesto, al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), como ente regulador de la cadena de valor de la electricidad y gas natural. En las secciones 1.3.2 y 1.3.3 se mostrará el contexto normativo aplicable.

Llegando a la etapa final de la definición del modelo de negocio, resulta fundamental identificar de dónde provendrán los ingresos para sustentar las operaciones, y en la misma escala de importancia, los costos en los que se incurrirá para la generación de valor. En el caso de Tecnomine, los ingresos provienen en un 80% de la actividad principal, la cual es la minería propia o *self-mining*, que se traduce en la retribución del *pool* o grupo de minería por la inclusión del poder computacional a su red. Por otro lado, el 20% de los ingresos actuales provienen del servicio de *hosting* o suscripción mensual que pagan los usuarios por el servicio de operación y mantenimiento, venta y reparación de equipamiento y el desarrollo de proyectos llave en mano de minería de gran escala.

Con respecto a los costos, se tienen los egresos relacionados con el servicio de alquiler de espacio de operación, servicio de internet y ciberseguridad, planilla del personal de operación y mantenimiento (OPEX), y los costos relacionados a infraestructura energética y de minería (CAPEX) dentro de los costos fijos. Por otro lado, dentro de los costos variables, solo se tiene en cuenta el consumo de energía eléctrica y/o los recursos energéticos no renovables como el gas natural. Finalmente, con la intención de presentar una vista general del modelo de negocio de Tecnomine, y facilitar su comprensión, se elaboró un esquema gráfico basado en la metodología *Business Model Canvas*, o lienzo del modelo de negocio en español, el cual puede ser revisado en el Apéndice B.

1.3. Análisis del Sector Industrial

1.3.1. Minería de activos digitales

Los activos digitales, también conocidos como criptomonedas, forman parte de un sistema monetario electrónico que permite la ejecución de transacciones financieras digitales mediante el uso de internet. Estas operaciones financieras se realizan sin la necesidad de intervención de un ente financiero centralizado, situación que ha atraído el interés de usuarios a nivel mundial, al representar una alternativa descentralizada al dinero fiduciario o también llamado dinero FIAT². Esto último es uno de los principales factores que ha acelerado su uso y fomentado su adopción en diversos países alrededor del globo (Fosso Wamba et al., 2018).

El concepto de criptomonedas empezó a difundirse en época reciente desde el año 2009 a nivel global (Pinkerton, 2023). Hoy en día diversas compañías y personas no sólo usan este sistema para transacciones financieras, sino también la emplean de manera masiva en el mercado de intercambio de criptomonedas. Adicionalmente, es preciso indicar que, si bien en el mercado de activos digitales existen diversas criptomonedas, la presente tesis se enfocará en el sistema monetario de BTC, ya que, como se mencionó anteriormente, es el activo digital con mayor participación en el mercado en la actualidad.

El funcionamiento de los sistemas de criptomonedas se da, de manera general, empleando el procesamiento de cadena de bloques, característica que le proporciona altos niveles de seguridad, a medida que crece la participación de los usuarios en la red. El mecanismo de cadena de bloques consiste en la agrupación de transacciones, a las cuales se les asigna un código mediante cifrado criptográfico para garantizar la titularidad, a través de la creación de bloques. Estos bloques luego de ser validados por los usuarios de la red pasan a formar parte de la cadena

² Dinero por decreto también llamado dinero FIAT o dinero fiduciario es el establecido bajo decreto por un Estado como por ejemplo los soles (S/. - PEN), dólares americanos (US\$ - USD), libras esterlinas (£ - GBP), etc.

de bloques original. Dicha cadena consigna las operaciones de compraventa realizadas desde el inicio de la operación del sistema. Este mecanismo innovador, permite que las transacciones además de ser realizadas de manera segura se realicen de manera rápida, reduciendo los costos operacionales.

En este escenario, el marco regulatorio de la mayoría de los países no contempla la posibilidad de transaccionar activos digitales, por lo cual las operaciones realizadas por personas naturales y jurídicas se desarrollan en un ámbito no regulado. Sin embargo, a la fecha varios países vienen desarrollando normativas específicas para regular este mercado, como es el caso de la Unión Europea, donde se viene trabajando con la implementación de políticas para criptoactivos, protección de sus consumidores y sostenibilidad de la minería de criptoactivos (Mayer Brown, 2022). En el Perú, la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) viene trabajando en un proyecto de ley vinculado a la regulación de este tipo de operaciones como mecanismo para prevenir el lavado de activos (Alva, 2022); sin embargo, a la fecha, el Perú no cuenta con un marco normativo que regule a los activos digitales.

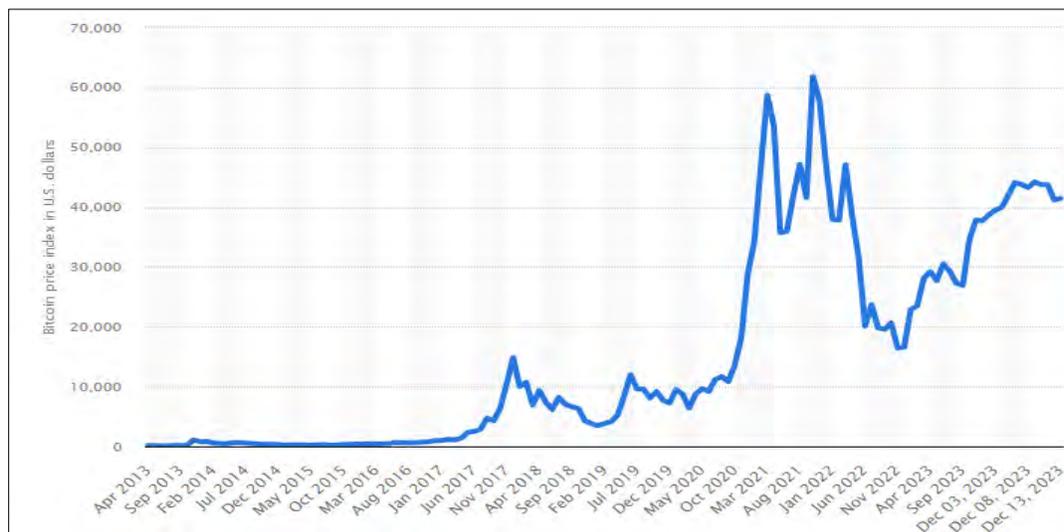
1.3.2. Bitcoin (BTC)

Los inicios del Bitcoin (BTC) se asocian al año de la publicación de la red, la cual fue lanzada por primera vez en enero del 2009 (Pinkerton, 2023) por una persona (o grupo) con el pseudónimo de Satoshi Nakamoto. Es preciso indicar que hasta la fecha los creadores de la red han preferido mantenerse en el anonimato. Desde esa fecha de su lanzamiento, el BTC ha tenido diversos ciclos de crecimiento; sin embargo, a finales del año 2020 y durante el 2021, la apreciación de la criptomoneda sufrió un incremento exponencial, habiendo alcanzado cifras récord en octubre del 2021 con valores superiores a los USD 66,000 por BTC (Statista, 2023).

En la **Error! Reference source not found.** se muestra la evolución del precio del BTC desde sus inicios.

Figura 2

Evolución del Precio del BTC



Nota. Se muestra la evolución del precio del BTC entre abril 2013 y diciembre 2023. Tomado de Statista, (s.f.). Bitcoin (BTC) price per day. Consultado el 13 de diciembre de 2023 en <https://www.statista.com/statistics/326707/bitcoin-price-index/>

Otra característica importante del BTC es que, al igual que los metales preciosos y combustibles fósiles, es un bien escaso debido a que la cantidad disponible de BTC es limitada por el propio algoritmo. En este sentido, el algoritmo está programado para que en el año 2140 se alcance el máximo número de BTC disponibles en el sistema, el cual equivale a 21 millones de unidades (Kroll, 2013). Es importante mencionar, que los BTC son liberados al mercado digital como recompensa a los usuarios que operan en la red, comúnmente llamados mineros, quienes validan los bloques haciendo uso de computadoras especializadas.

En esta misma línea, la facilidad con la que un minero puede resolver cada bloque de transacciones, lo cual genera la emisión de BTC, está vinculada directamente con el grado de dificultad que la red establece en un periodo determinado, y en el poder computacional que poseen los mineros que compiten entre sí. De acuerdo con el algoritmo de BTC, la velocidad de emisión de la moneda es ajustada automáticamente por una fórmula matemática, generando la reducción a la mitad de la recompensa cada cuatro años, e incrementando el nivel de dificultad. Por ejemplo, en sus primeros años se recompensaba con 50 BTC cada bloque validado, mientras que actualmente cada minero recibe solo 6.25 BTC por bloque (Kraft, 2022).

Luego de haber descrito de manera general el funcionamiento de BTC, se considera fundamental entender el mecanismo de operación del algoritmo que rige el procesamiento de bloques, así como, identificar los recursos necesarios para su subsistencia en la red. En primer lugar, se tiene al algoritmo de BTC el cual es una secuencia lógica que valida bloques de transacciones en criptomonedas, que luego de ser validados son integrados a la cadena de bloques original. Estos usuarios o mineros pasan a formar partes de los nodos, quienes al ceder su poder computacional pasan a formar parte de la red BTC. Luego de haber completado satisfactoriamente el proceso de validación de un bloque, son retribuidos con pago en BTC por el trabajo realizado.

1.3.3. Prueba de Trabajo o Proof of Work (PoW)

Previamente se mencionó que los mineros ponen a disposición el poder computacional para el procesamiento de los bloques, actividad que consiste en resolver complejos modelos matemáticos para validar la operación. Este método de validación se denomina prueba de trabajo o *proof of work*. Sólo los usuarios que resuelven el problema matemático en el umbral de tiempo designado por la red reciben una recompensa por esta validación. La recompensa se recibe a

través de tasas de transacción asociadas al bloque y nuevos BTC provistos por la red. Los mineros pueden priorizar resolver las transacciones que ofrecen unas mayores tasas de transacción.

De esta manera, debido a que la recompensa para el minero está relacionada a la velocidad de validación del bloque, la probabilidad de recibir una recompensa por resolver el problema matemático es proporcional a la capacidad de procesamiento del nodo. Esto se denomina poder computacional, el cual es medido en *hashes*. Es importante mencionar que todos los nodos compiten entre sí, y sólo el nodo que resuelva el problema en el menor tiempo posible se hará acreedor de la recompensa, mientras el resto de los nodos permanecerán sin retribución alguna.

1.3.4. Poder Computacional

En la tecnología *blockchain*, los *hashes* se definen como la transformación y generación de datos de entrada de cualquier longitud en una cadena de tamaño fijo, en un algoritmo determinado. Para el caso de BTC se emplea el algoritmo SHA-256 (Secure Hashing Algorithm, por sus siglas en inglés, de 256 bits). Los mismos datos de entrada siempre producirán el mismo valor de *hash*; por tanto, la recompensa se dará al nodo que sea más rápido procesando el algoritmo (BYBIT, 2023). El procesamiento de los bloques, como ya se mencionó anteriormente, se denominan también como minado de criptomonedas, lo cual se realiza con equipos especiales hoy en día denominados ASIC.

1.3.5. ASIC (*Application-specific integrated circuit*)

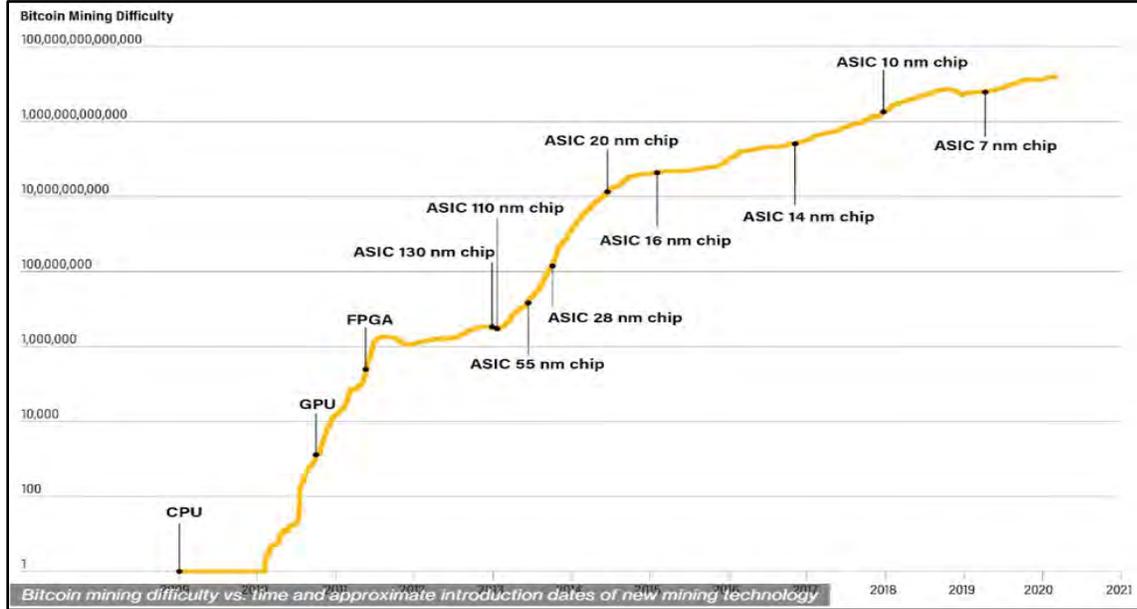
Como se mencionó en las secciones anteriores, la dificultad de la prueba de trabajo es ajustada de manera periódica, lo cual genera que cada vez se requieran equipos computarizados de mayor rendimiento para ser capaces de procesar los bloques. Si bien al inicio de la operación

de BTC el proceso de minado se podía realizar con computadoras de escritorio convencionales, a la fecha se requiere de equipos especialmente diseñados para esta tarea. Dichos equipos se denominan ASICs los cuales son circuitos integrados específicamente para operar en sistemas de cadena de bloques, los cuales ofrecen una alta tasa de procesamiento tipo *hash* y un menor consumo de energía comparado con las computadoras de uso convencional (Martindale, 2021).

Es preciso mencionar que los ASICs son pieza fundamental para el procesamiento de los bloques y requieren un consumo energético elevado para ello. En este sentido, desde su origen en 2013, los principales proveedores están en constante desarrollo de mejoras para incrementar su productividad y su eficiencia en términos de consumo de electricidad, mediante la reducción del tamaño de los chips empleados, con la finalidad de incrementar los niveles de retorno para los mineros. Al respecto, en la Figura 3 se muestra la evolución del desarrollo de los ASICs.

Figura 3

Evolución de la Tecnología del BTC

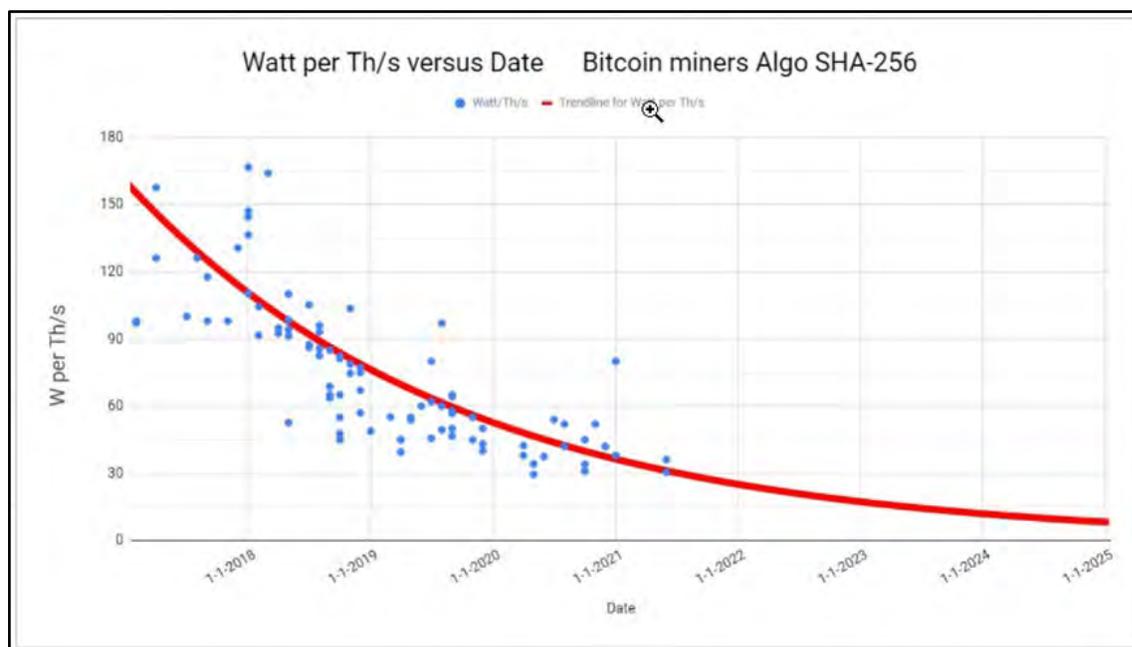


Nota. Se muestra la evolución de la tecnología de minado de BTC en respuesta al incremento de dificultad la red BTC. Tomado de “The Rise of ASICs: A Step-by-Step History of Bitcoin Mining” por Kim, C., 2020, *CoinDesk*. (<https://www.coindesk.com/tech/2020/04/26/the-rise-of-asic-a-step-by-step-history-of-bitcoin-mining/>)

Es preciso indicar que el umbral de dificultad para resolver un bloque de BTC es ajustado automáticamente cada dos semanas, en función del poder computacional acumulado en la red, ocasionando, que, a mayor oferta de mineros, la dificultad del algoritmo se incrementa y por ende la probabilidad de obtener ganancias se reduce. Es por esta razón que, a pesar de que la eficiencia de la tecnología ASIC ha mejorado de forma exponencial, consumiendo cada vez menos energía, la demanda de electricidad de esta industria continúa creciendo. En la **Error! Reference source not found.** se muestra la evolución del rendimiento en términos energía (watt) por unidad de procesamiento (*hashes* por segundo).

Figura 4

Evolución de la Eficiencia Energética del Minado



Nota. Se muestra la evolución de la eficiencia de procesamiento en términos de energía requerida por unidad de procesamiento y está expresado en watts/(terahash/s). Tomado de “Bitcoin and its energy consumption” por De Kwaasteniet, A., 2022, *Medium* (<https://medium.com/coinmonks/bitcoin-and-its-energy-consumption-ed0b27017345>).

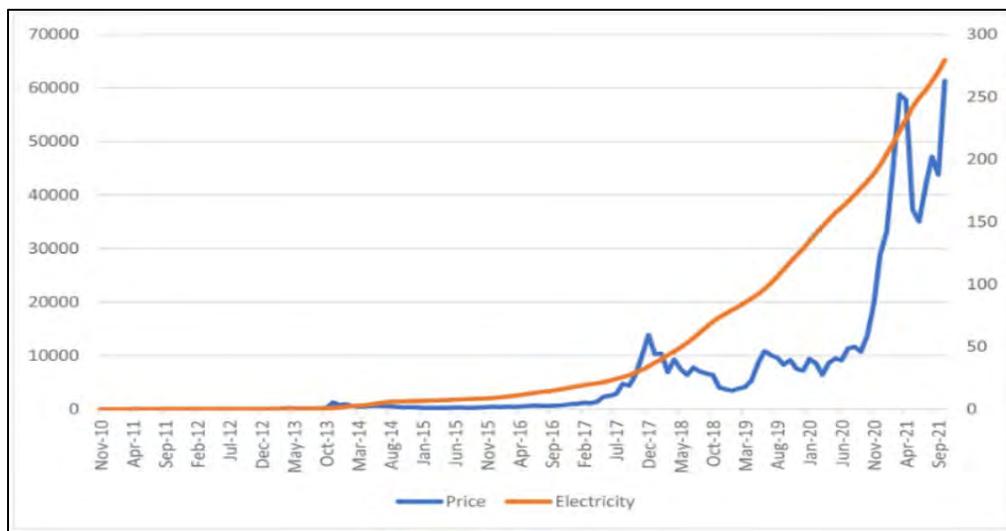
1.3.6. Consumo Energético de la Red Versus Precio del Bitcoin

La industria de minería también es regida por las leyes de oferta y demanda, es decir, en periodos en los que el precio del BTC es alto o favorable con respecto a los costos para el procesamiento, la cantidad de mineros que operan en la red se incrementa, generando en consecuencia el aumento del poder computacional acumulado denominado *hashrate*. Según Maiti (2022) existe una alta correlación entre el precio del BTC y su consumo de energía, ya que, con precios más altos, el mercado de la minería se vuelve más atractivo lo cual incrementa el número de mineros; mientras que, en periodos con precios bajos, muchos mineros optan por

retirarse debido al alto costo energético. A pesar de ello, la asociación de estas dos variables tiene un comportamiento caótico y no lineal, tal como se muestra en la *Error! Reference source not found.*

Figura 5

Precio del Bitcoin en Relación con el Consumo de Energía



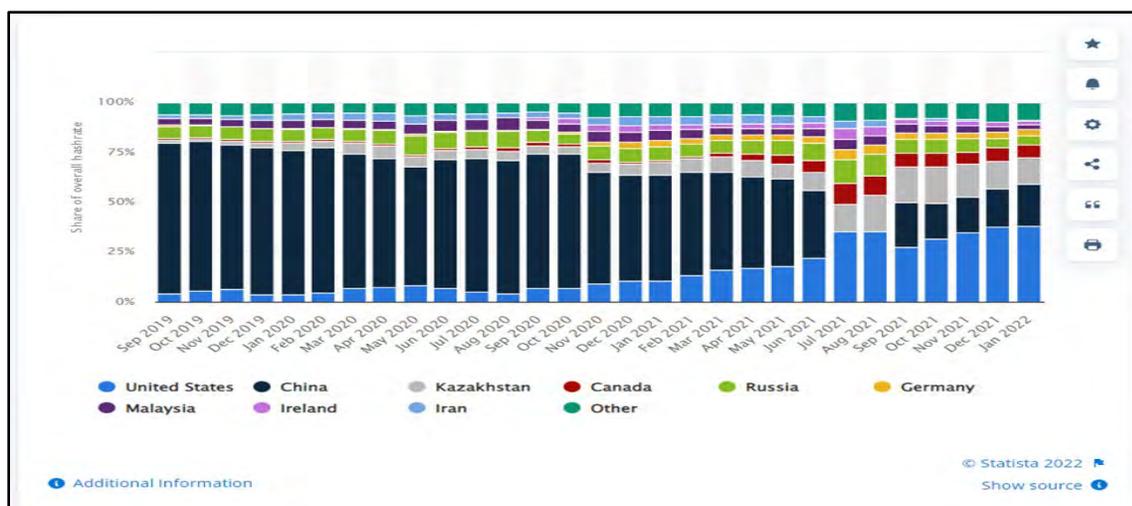
Nota. Se muestra la evolución del precio del BTC comparado con el consumo de energía de toda la red BTC. Tomado de “Dynamics of bitcoin prices and energy consumption. Chaos, Solitons & Fractals” por Maiti, M., 2022 (<https://doi.org/10.1016/j.csf.2022.100086>).

En este escenario, a partir del incremento exponencial del precio del BTC desde finales del 2020, el consumo de electricidad de la red BTC también ha ido incrementándose de manera sostenida. Se estima que la red consumió 91 TWh durante el ejercicio del año 2021, nivel equiparable con la demanda anual de países enteros como Perú, Portugal o Austria (Huang, 2021). Debido a esta situación, se puede concluir que la materia principal de la industria de minado de criptomonedas es la electricidad, por lo cual hay una tendencia de movilización de las operaciones de esta industria a zonas donde las condiciones comerciales del recurso energético,

tanto por precio como por disponibilidad, son más favorables. En la **Error! Reference source not found.** se muestra la evolución de la migración del poder computacional de la industria de minado hacia los países como Estados Unidos, China y Kazajistán.

Figura 6

Evolución de la Migración de la Industria del BTC por Países



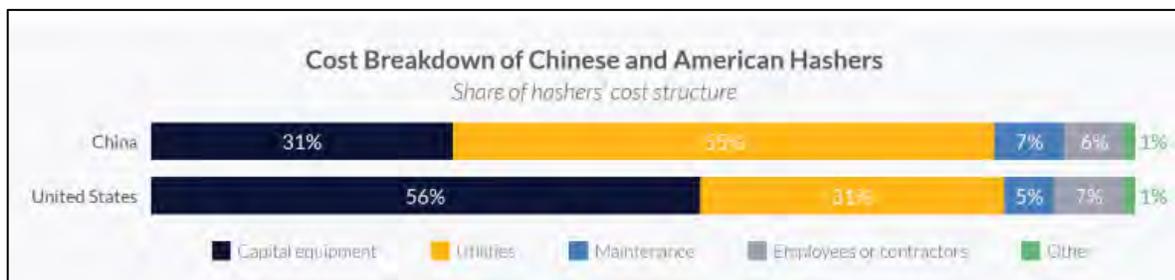
Nota. Se muestra la variación de la distribución porcentual del poder computacional de la red BTC por país. Tomado de “Distribution of Bitcoin mining hashrate from September 2019 to January 2022, by country” por Statista, 2022

(<https://www.statista.com/statistics/1200477/bitcoin-mining-by-country/>).

Adicionalmente, es preciso notar que en el año 2020 la industria estaba moviéndose hacia China y Estados Unidos. Esto debido principalmente a una ventaja sobre los precios de los equipos ASICs, para el caso de China; y, costos energéticos bajos y mejores sistemas para la gestión de las operaciones de minado, para Estados Unidos (Blandin et al., 2020). En la **Error! Reference source not found.** se puede apreciar la estructura de costos de los mineros de activos digitales en ambos países.

Figura 7

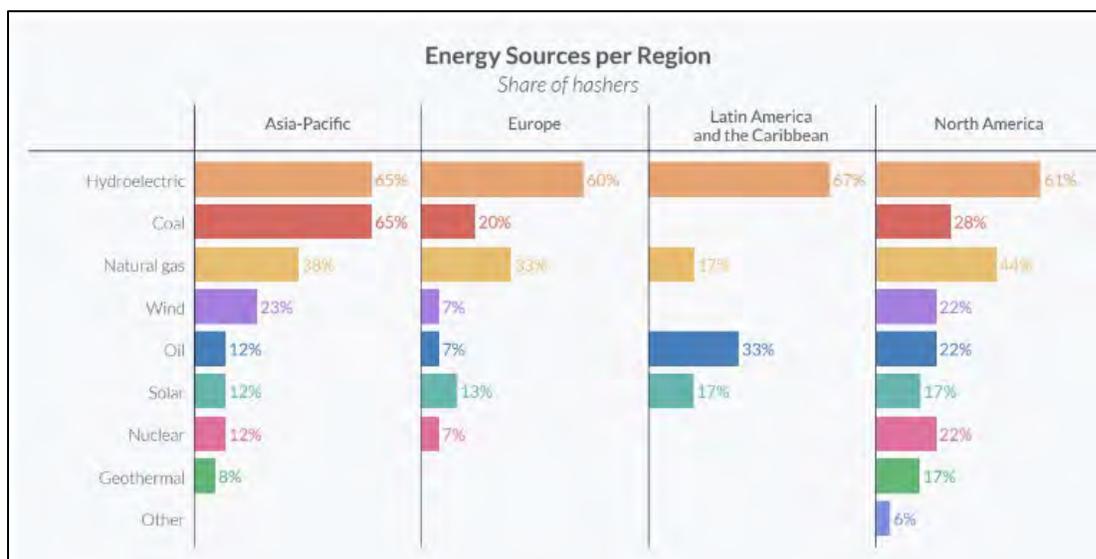
Estructura de Costos de Minado de China y USA



Nota. Se muestra la distribución de costos de las empresas de minería de activos digitales ubicadas en China y Estados Unidos. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

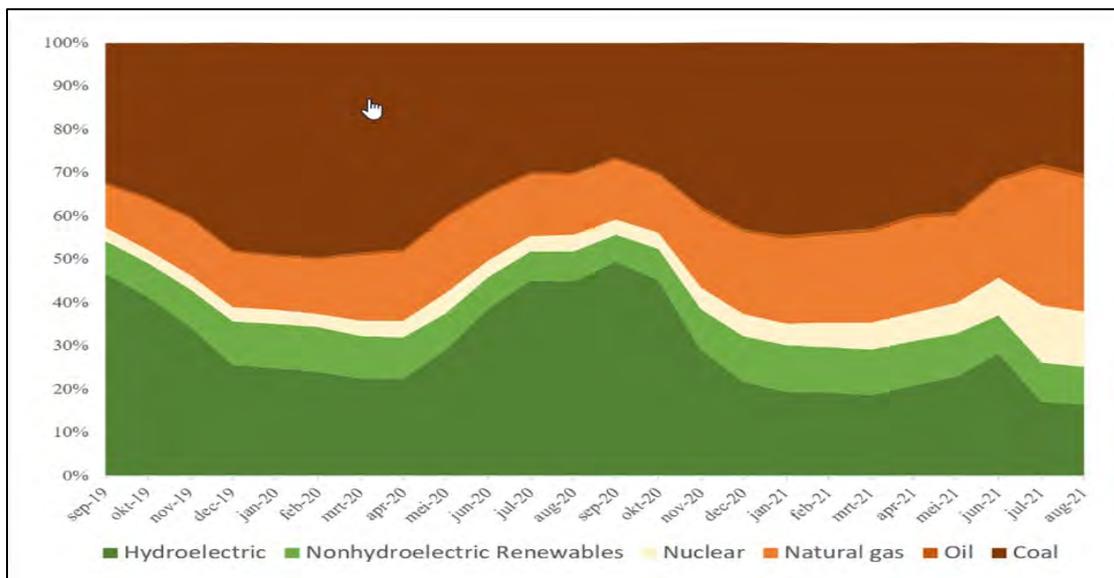
1.3.7. Fuentes de Energía

De otro lado, un análisis de las fuentes de energía utilizadas para esta industria revela que las principales fuentes de generación empleadas son las hidráulicas y carbón, siendo esta última adoptada principalmente en regiones como Kazajistán, mientras que la hidráulica es empleada con mayor frecuencia en China y Estados Unidos. En todos los casos mencionados, la industria de minería de activos digitales aprovecha la capacidad excedente en las plantas de generación eléctrica (Blandin et al., 2020), lo cual representa un beneficio para maximizar la capacidad eléctrica instalada en un sector determinado. En la **Error! Reference source not found.** se puede apreciar las diferentes fuentes de energía por región.

Figura 8*Fuentes de Energía por Región*

Nota. Se muestra la distribución de fuentes de energía eléctrica de la industria de activos digitales por región. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

Es importante notar que el tipo de fuente de energía predominante para la minería de activos digitales tiene un impacto directo en la huella de carbono generada por esta industria. A partir de lo mostrado en la Figura 8, en el año 2020, la participación de fuentes de energía vinculada a petróleo y carbón es alta. Adicionalmente, en la **Error! Reference source not found.** se observa la evolución del tipo de fuentes de energía usadas para la industria, siendo la energía hidroeléctrica, carbón y gas natural sus principales fuentes (De Vries et al., 2022).

Figura 9*Evolución de las Fuentes de Energía*

Nota. Se muestra la distribución porcentual de la energía consumida por la red BTC por tipo de fuente primaria. Tomado de “Revisiting Bitcoin’s carbon footprint” por De Vries et al., 2022, *Joule*, 498-502 (<https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.02.005>).

1.3.8. Grupos de minería o mining pools

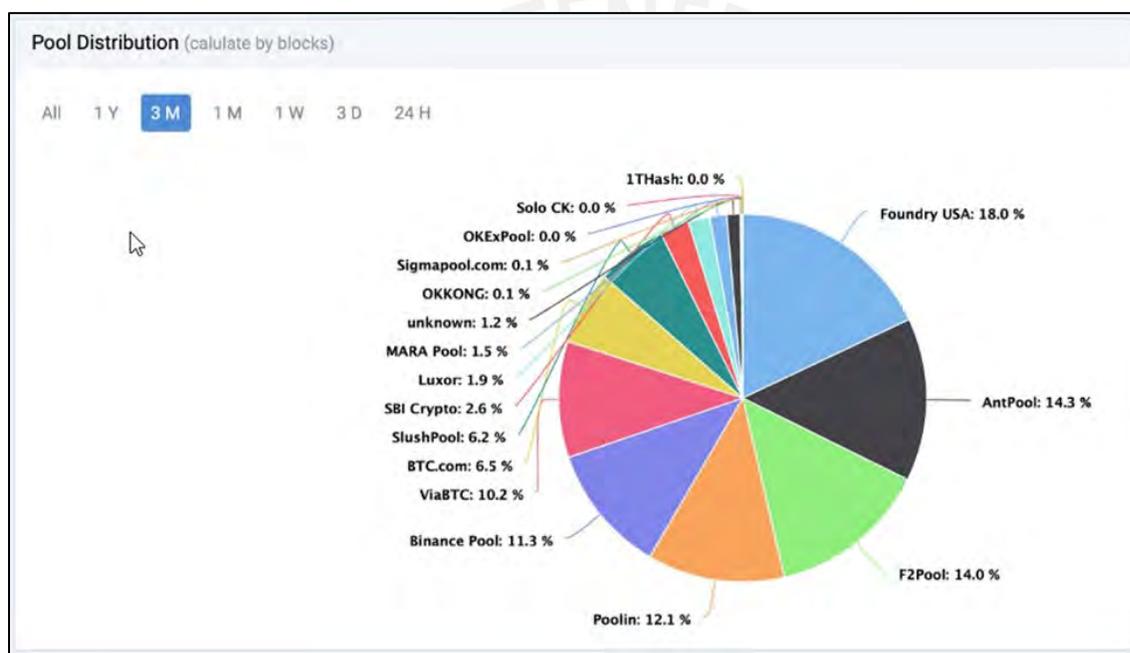
El éxito para el procesamiento de bloques durante el proceso de minado digital está en función del poder computacional que posea un minero en específico. De esta manera, existe una relación directamente proporcional entre el poder computacional y la probabilidad de resolver un bloque, y por ende recibir una recompensa. En este escenario, es común que distintos mineros se asocien para combinar su poder computacional y así incrementar la probabilidad de ser recompensados.

Debido a este desafío los mineros participan en grupos de minería o *mining pools* para incrementar la probabilidad del procesamiento de un bloque mediante un trabajo colaborativo en el que combinan su poder computacional en una misma red. Esto se logra vinculado a los ASICs

a una red común como Antpool, Foundry USA, F2 Pool, etc. La recompensa a los integrantes del grupo de minería se distribuye de manera equitativa y proporcional a su contribución en el poder de procesamiento. Actualmente, seis grupos de minería representan más del 79% de la capacidad de procesamiento de toda la red BTC (Redman, 2022), tal como se puede observar en la Figura 10.

Figura 10

Participación de los Grupos de Minería



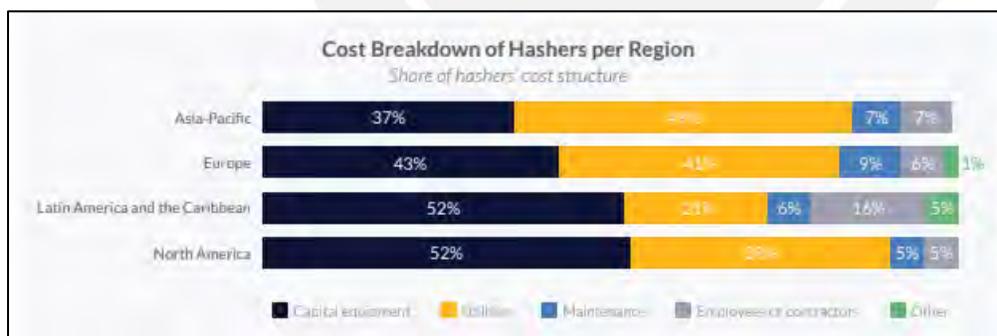
Nota. Se muestra la participación de los grupos de minería en función de su poder computacional - Q1 2022. Tomado de Redman, J., 2022, 13,233 Blocks Found by 16 Pools — A Look at the Top Bitcoin Mining Pools in Q1 2022. *Bitcoin.com*. (<https://news.bitcoin.com/13233-blocks-found-by-16-pools-a-look-at-the-top-bitcoin-mining-pools-in-q1-2022/>).

1.3.9. Estructura de costos

Las operaciones de minería de BTC dependen principalmente del desempeño de los ASIC y del suministro eléctrico. En este sentido, es natural observar en este tipo de industrias una estructura de costos centrada principalmente en estos dos componentes, los cuales superan el 70% de los costos totales, dependiendo de la región donde estén ubicados (Blandin et al., 2020), tal como se muestra en la Figura 11. En este sentido, es preciso notar que esta industria es intensiva en consumo energético, por lo cual los costos de electricidad alcanzan aproximadamente el 54% de los costos de producción, mientras que los costos asociados a la depreciación del capital ascienden al 34%. Por otro lado, en relación con los ingresos, en el año 2019, el 94% de los ingresos de los mineros provino de las operaciones de procesamiento de bloques, mientras que el 6% restante provino de las tasas de rendimiento de transacciones digitales realizadas (Kraft, 2022).

Figura 11

Estructura de Costos de Minado de China y USA



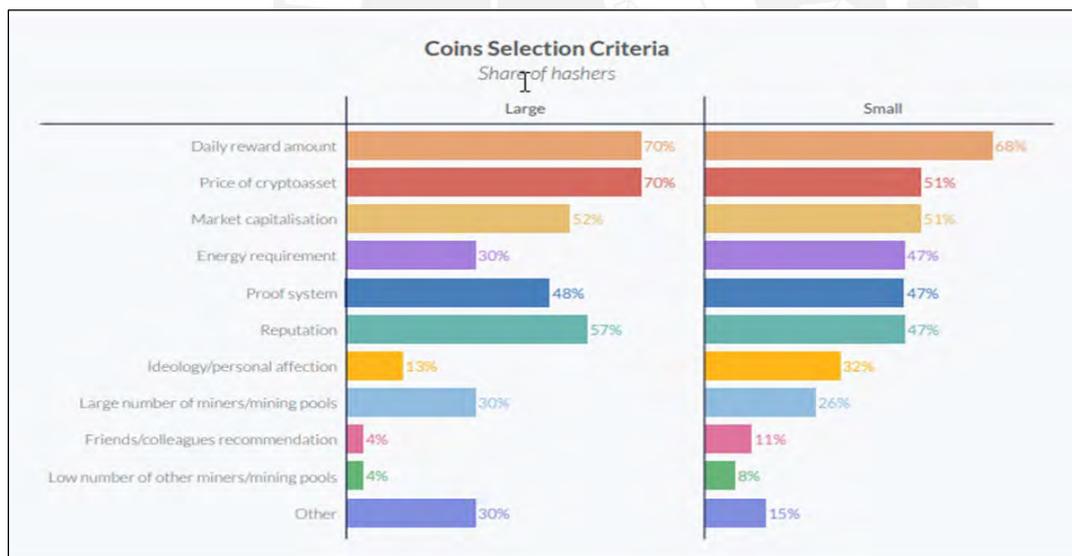
Nota. Se muestra la distribución de costos de las empresas de la industria de activos digitales según región. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

1.3.10. Criterios de decisión de minado

Con respecto a la decisión de qué activo digital minar, los mineros tienen distintos criterios dependiendo si se trata de operaciones de pequeñas o grandes empresas (Blandin et al., 2020). En el caso de empresas grandes, el precio de la criptomoneda determina en mayor medida el tipo de moneda a minar, mientras que en el caso de las pequeñas empresas este no es un factor tan determinante. Por el contrario, el precio de la electricidad conforma un factor más importante para las empresas pequeñas, a diferencia de las empresas grandes al momento de elegir la moneda a minar, toda vez que las primeras no pueden aprovechar los beneficios de las economías de escala (Ver Figura 12).

Figura 12

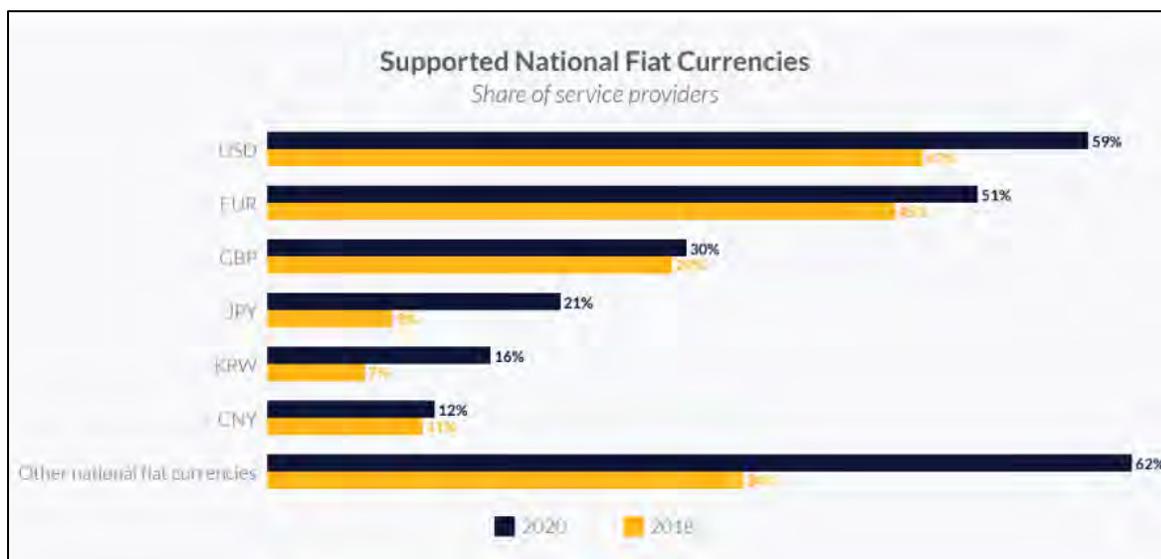
Criterios de Selección de Criptomonedas



Nota. Se muestra el nivel de significancia de los criterios de selección de criptomonedas para ser minadas por las pequeñas y grandes empresas. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

En esta línea, se puede concluir que el nivel de rentabilidad del negocio de minería de criptomonedas va a estar fijada por la demanda de la moneda en un momento determinado. La cual fija su precio en el mercado, en el costo de la electricidad y en la capacidad de procesamiento de la base instalada. Es por ello, que, con los precios récord de BTC registrados durante el año 2021, la minería de esta criptomoneda incrementó de manera sustancial, ya que, con precios elevados, las operaciones de minado se vuelven factibles inclusive en lugares con costos energéticos altos, y viceversa.

Adicionalmente, cabe mencionar que existen numerosas criptomonedas denominadas estables o *stablecoins* las cuales prometen a los usuarios una paridad de intercambio muy similar con dinero FIAT. Según Blandin et al. (2020), en el mes de agosto de 2020, la moneda estable más utilizada fue el Tether (USDT), la cual tuvo una capitalización de mercado de US\$ 10 millones, representando el 80% del mercado de monedas estables. Estas monedas surgen como una solución a la volatilidad de las criptomonedas, siendo una alternativa para gestionar el riesgo mediante la diversificación de portafolio. En la Figura 13 se muestra la evolución de las empresas de intercambio de activos digitales que proporcionan soporte para las monedas estables.

Figura 13*Monedas Convencionales con Monedas Estables Digitales*

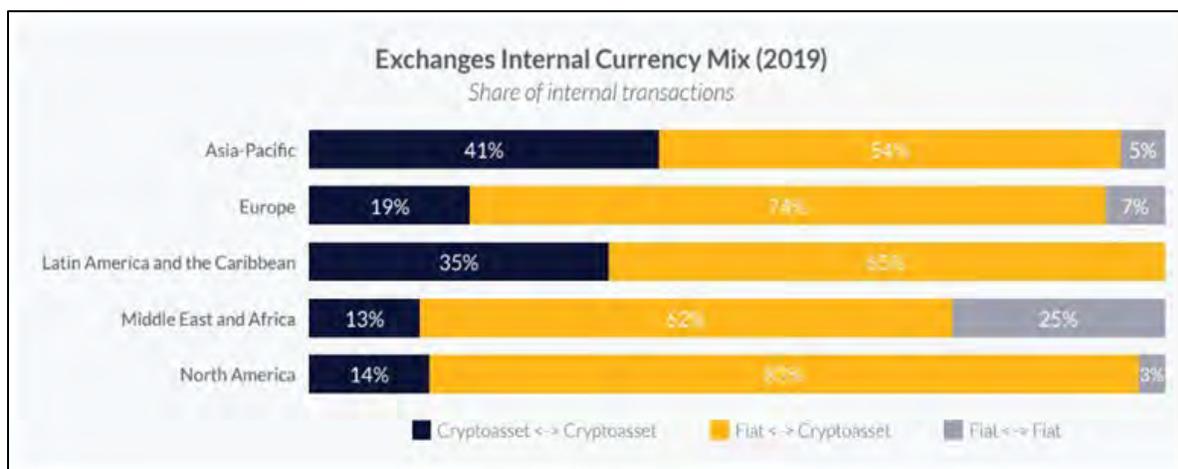
Nota. Se muestra el incremento del porcentaje de empresas de intercambio de monedas que provee soporte a los sistemas de monedas estables. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

1.3.11. Intercambio de monedas

Es preciso indicar que dentro de las operaciones que pueden ser ejecutadas a partir de los activos digitales se tiene la posibilidad de intercambiar diferentes tipos de criptomonedas dentro del mercado de cripto activos, así como, la conversión a monedas FIAT. En la Figura 14 se puede observar un resumen de la frecuencia de intercambios entre sistemas financieros por región. En el caso de la región de Asia, las transacciones en activos digitales son mucho más frecuentes que en las otras regiones debido a la alta aceptación que tiene este sistema financiero en el mercado general.

Figura 14

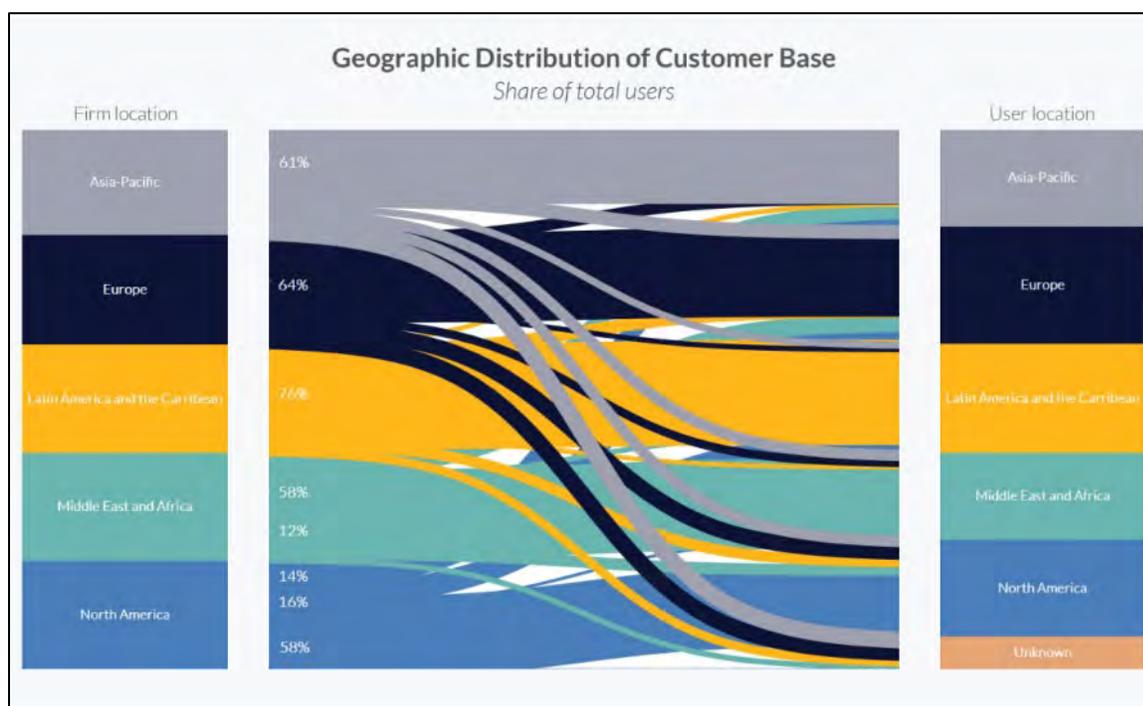
Intercambio Interno de Monedas Digitales



Nota. Se muestra el nivel de intercambio interno de las monedas en el mercado de activos digitales. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

1.3.12. Ubicación geográfica de usuarios

Como se ha mencionado anteriormente, el uso de criptoactivos digitales se ha expandido globalmente de manera rápida debido a que la operación se desarrolla en un ambiente digital interconectado mediante *internet*. Sin embargo, las empresas de activos digitales siguen estando principalmente dedicadas a atender a los usuarios ubicados en sus propias regiones, tal como se puede observar en la Figura 15. Cabe resaltar que la presencia de empresas de Estados Unidos en otras regiones está explicada por su estrategia de internacionalización (Blandin et al., 2020). A la fecha, Tecnomine está dedicada a la atención exclusiva de clientes dentro de Perú, no teniendo operaciones en otros países de la región.

Figura 15*Distribución Geográfica de las Empresas y Usuarios*

Nota. Se muestra la distribución de las empresas respecto a la ubicación de sus usuarios. Tomado de “3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study” por Blandin et al., 2020, *SSRN Electronic Journal* (<https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>).

1.3.13. Mercado eléctrico

Consumidor Final. El mercado eléctrico, y todas sus componentes, tienen como finalidad suministrar energía eléctrica a lo que se denomina consumidores finales. Dentro de los cuales se encuentran los usuarios industriales y los domésticos. En esta línea, es preciso detallar que la cadena productiva del rubro eléctrico se divide en cuatro subsectores compuestos por: a) generación eléctrica, b) transmisión, c) distribución y d) comercialización de la electricidad, tal como lo indica el Decreto Ley N° 25844 (1992), Ley de Concesiones Eléctricas del Perú (LCE).

Cada una de las divisiones mencionadas, poseen características, condiciones y requerimientos particulares, por lo cual requieren un tratamiento específico. Para ello, el marco normativo peruano del sector eléctrico, a cargo del MINEM, establece los lineamientos necesarios para que dichas divisiones desarrollen sus operaciones de manera coordinada y armónica. Asimismo, se garantiza que el funcionamiento del SEIN se realice de manera confiable y segura, este aspecto también se encuentra establecido en la LCE.

En este sentido, es pertinente realizar un análisis detallado de la regulación que rige el funcionamiento de la última sección del proceso de la cadena productiva de electricidad, la comercialización. Ello en función de que el presente trabajo requiere que se evalúen alternativas de suministro eléctrico para la empresa en estudio. Por lo tanto, parte del análisis estará enfocado en investigar sobre las características que tiene Tecnomine como consumidor final y, a partir de ello, determinar qué alternativas de acceso a energía existen dentro del SEIN.

En línea con lo anterior, es preciso detallar que el mercado eléctrico en el Perú es supervisado y fiscalizado por el OSINERGMIN, establecido en la LCE, por tanto, las funciones de la referida entidad estarán incluidas dentro de la presente investigación. Otro organismo importante es el Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (COES-SINAC), quién se encarga de la operación y administración del mercado eléctrico peruano, mediante la coordinación con todas las compañías, públicas y privadas, que intervienen en la cadena productiva. Sus funciones se encuentran reguladas mediante Decreto Supremo N° 027-2008-EM (2008) y su reglamento establece las normas relativas a la organización y funciones del COES.

Se ha descrito brevemente el funcionamiento del mercado eléctrico peruano y sus diversos actores, por lo cual se puede identificar el grupo de interés relevante. De esta manera, se procederá a analizar la clasificación existente para los consumidores finales de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad (RULE), aprobado mediante Decreto Supremo N° 022-2009-EM (2009). Este reglamento clasifica a los consumidores en usuarios regulados o usuarios libres, en función del requerimiento energético que estos tengan, establecido en los artículos 3.1 y 3.2.

Por definición, si un consumidor posee una máxima demanda anual inferior a 200 kW, es clasificado como usuario regulado; por el contrario, si la máxima demanda anual supera los 2 500 kW, el consumidor es clasificado como usuario libre. En su defecto, si la máxima demanda anual se ubica entre los dos valores de referencia indicados, el consumidor tiene la posibilidad de elección entre el régimen regulado o libre. En este último caso, indistinto de la elección del consumidor final, este tiene la obligación de permanecer en el régimen seleccionado por un periodo no menor de 3 años.

Para comprender mejor las implicancias de ser usuario regulado o libre, es necesario evaluar las tarifas eléctricas y cargos existentes por los conceptos de generación, transmisión y distribución, en función del marco normativo. Las tarifas a las que está sujeto el usuario regulado, son establecidas por el OSINERGMIN para las distintas categorías. Por otro lado, las tarifas a las que accede el usuario libre, no se encuentra sujeto a ninguna fijación de precios y se regulan en función de las leyes económicas de oferta y demanda.

Con respecto a las tarifas a las que están sujetos los usuarios libres, de acuerdo con el artículo 7 del RULE, los cargos regulados de transmisión y distribución de electricidad no están sujetas a la libre negociación entre partes. La componente de generación en sus precios de

energía y potencia son los únicos precios por negociar. De manera complementaria, se indica que las condiciones para el abastecimiento de electricidad (precios, confiabilidad, demanda mínima, entre otros) para usuarios libres o regulados, son detalladas en contratos de suministro de electricidad, pudiendo ser el proveedor, cualquier empresa de generación o distribución, solamente.

De acuerdo con lo explicado en los párrafos anteriores, y tomando en consideración el modelo de negocio de Tecnomine, se evaluará la mejor alternativa para la optimización de costos en el abastecimiento de energía eléctrica. Para ello, se evaluarán las características y necesidades energéticas actuales, así como, la demanda de sus proyecciones de crecimiento. Cabe mencionar que la minería de activos digitales es un nuevo tipo de industria en el mundo, y aún más nueva en el Perú, por lo cual no existen precedentes de referencia significativos.

Como se mencionó en la sección 1.3.1, la minería de activos digitales requiere un uso intensivo de electricidad para sostener principalmente la operación de los ASIC. Esto lo hace una industria atractiva para el mercado eléctrico, porque adicionalmente a la gran demanda energética, presenta un factor de carga cercano al 100 %, las 24 horas del día, situación que no es usual, ni recurrente en industrias convencionales. En este contexto, siendo Perú un país con importantes recursos energéticos, el tipo de industria que plantea Tecnomine podría contribuir no solo con la economía del país, sino también con el incremento de la capacidad energética del país, así como, con su descentralización.

A partir de la información detallada en la sección 1.1, Tecnomine califica como usuario regulado, ya que su máxima demanda actual se encuentra por debajo de los 200 kW anuales, lo cual no le permite elegir en qué régimen participar. Es por ello, que la empresa, a la fecha, es tratada bajo las condiciones de usuario regulado. Sin embargo, vale la pena indicar que, en

función a la visión de la organización, y de sus proyecciones de crecimiento, en el largo plazo calificaría como usuario libre, por ende, accedería a tarifas más competitivas, permitiéndole una reducción de sus costos.

En función de lo indicado anteriormente, se incluirá dentro del análisis técnico-financiero de esta investigación, escenarios que visibilicen alternativas que den rentabilidad a Tecnomine. Es así como las tarifas preferenciales como usuarios libres tendrán un análisis que evalúa el nivel de impacto en los costos, y por ende en la rentabilidad del negocio. Adicionalmente, se verificará las posibilidades que presenta el marco normativo actual, para que la compañía pueda acceder al suministro de electricidad directamente desde los generadores, ubicándose dentro de sus predios, para evitar el pago de tarifas de transmisión y distribución.

Autogeneración o Generación Autónoma. En la sección 1.3.2.1, se desarrollaron los conceptos de usuario libre y regulado, los cuales independientemente del tipo están vinculados a la red de SEIN; sin embargo, existe una opción adicional para que las industrias optimicen el uso de la energía eléctrica requerida para sus operaciones. Esta alternativa está basada en la producción de energía eléctrica de manera autónoma, conocida también como autogeneración, escenario en el cual el usuario final es propietario de una planta de generación eléctrica (hidráulicas, turbinas, motores, etc.), con la finalidad de reducir los costos energéticos.

Esta modalidad es usualmente empleada en dos escenarios concretos, el primero denominado *peak-shaving* está vinculado a una estrategia para la optimización del consumo eléctrico en periodos donde la energía es más cara, es decir, en horas pico, mediante la autogeneración. El segundo escenario se presenta en industrias ubicadas en zonas remotas, donde la disponibilidad de redes de transmisión y distribución es escasa, por lo cual la inversión para viabilizar la conexión a la red del SEIN (nuevas líneas eléctricas y subestaciones para el

acondicionamiento de la electricidad) tiende a ser bastante cara. En este último escenario, la autogeneración suele ser la única opción financieramente viable para las empresas.

Es preciso indicar que, si bien la autogeneración no está vinculada al SEIN y por ende la operación no es coordinada por el COES, existen leyes específicas para la regulación de este tipo de operaciones. El artículo 4 de la LCE indica que las plantas que tengan una capacidad de autogeneración mayores a 500 kW deberán ser reguladas por el Estado y deben acogerse a la supervisión de OSINERGMIN en todo el alcance de su operación. Adicionalmente, estas plantas deben completar un proceso de autorización con el MINEM, donde se destaca principalmente el estudio de factibilidad y el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) vigilado por el Ministerio del Ambiente (COES, 2022).

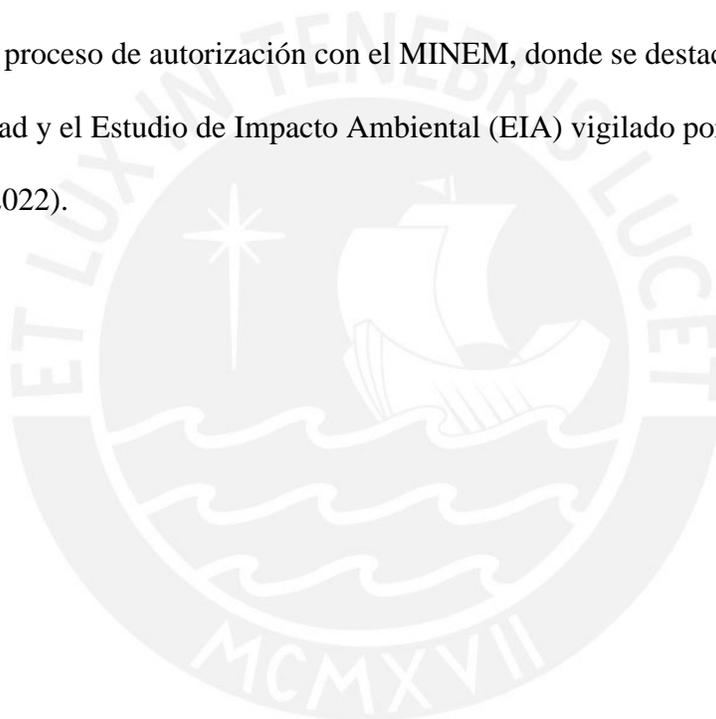
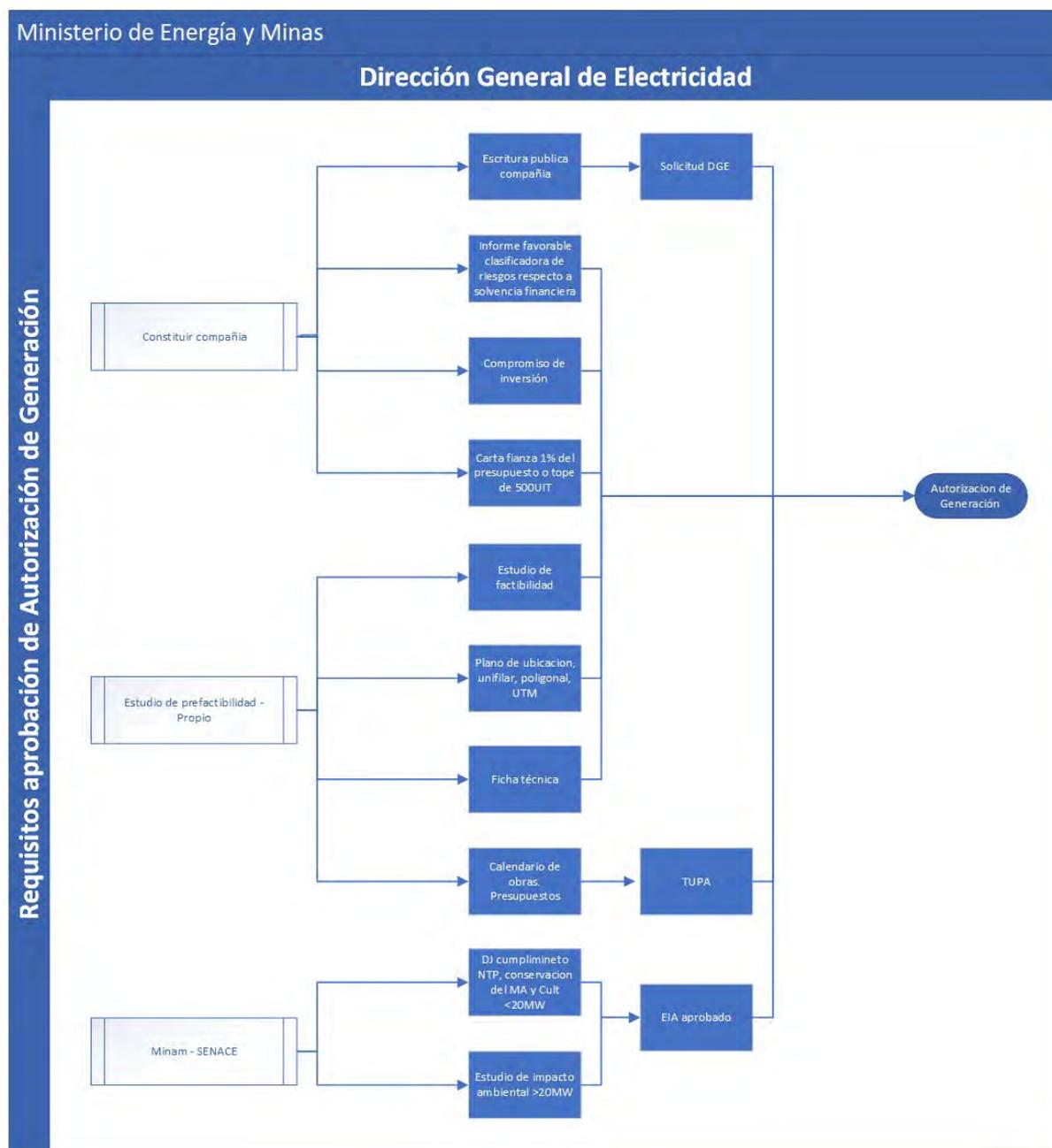
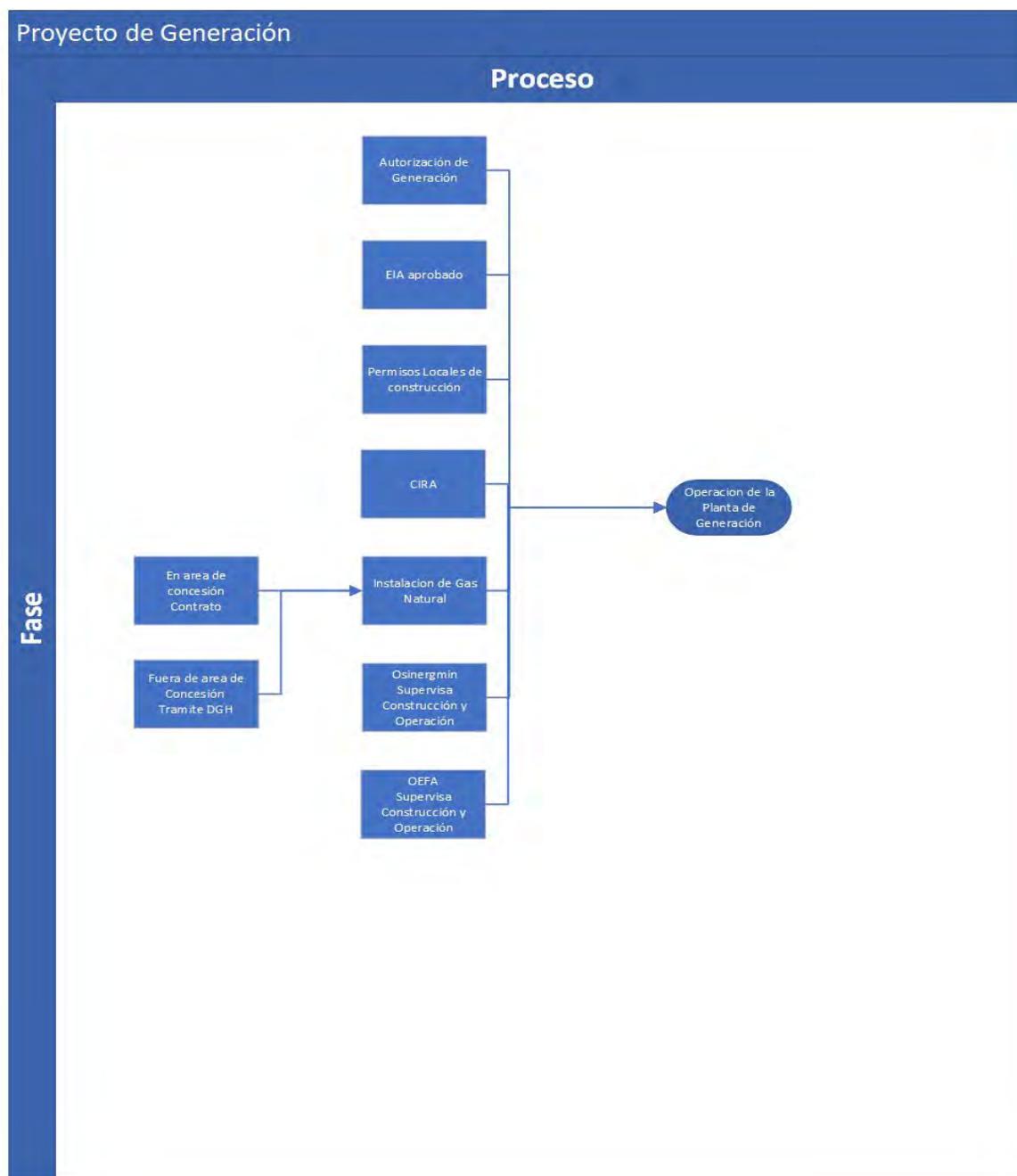


Figura 16

Requisitos para la Autorización para Generación Eléctrica en el Perú



Nota. Se muestra el resumen de los requisitos normativos para iniciar una operación de generación eléctrica ante los entes reguladores.

Figura 17*Fases de Implementación de una Planta de Generación Eléctrica*

Nota. Se detallan las distintas fases del proceso de implementación de un proyecto de generación eléctrica, desde la etapa de autorización hasta el inicio de operación.

Cabe destacar que los permisos requeridos para proyectos de autogeneración superiores a 500 kW son independientes de la fuente de energía empleada para la generación eléctrica, pudiendo ser estas renovables o no renovables. Para efectos del presente estudio, se evaluará la posibilidad de generación de energía eléctrica a partir del gas natural como alternativa para la alimentación de las operaciones de minería de activos digitales. En esta línea, en la siguiente sección se analizará con mayor detalle el mercado del gas natural en el Perú, ya que este recurso fósil está disponible en algunas regiones del país, principalmente en la costa. Además, el gas natural en el Perú posee un precio de baja volatilidad debido a que el mercado está regulado, lo cual permite realizar proyecciones certeras sobre los costos de producción de la generación eléctrica, y finalmente por ser considerada una de las fuentes de hidrocarburos más limpias que generan menor impacto en el medio ambiente.

Mercado del Gas Natural. El proyecto Camisea agrupa a los yacimientos gasíferos con mayores reservas de gas natural del Perú, siendo considerada como uno de los megayacimientos más importantes de Sudamérica, ya que almacena un aproximado de 9.7 TCF (Ministerio de Energía y Minas, 2019). Es así que, debido a la abundancia de este recurso, la matriz energética del país se transformó a partir del año 2004 con la incorporación de centrales térmicas de generación eléctrica, alcanzando una participación del 32.7% de la matriz según portal del COES a octubre 2022 (COES, s.f.). Esto confirma las ventajas que tiene esta fuente energética tanto por su disponibilidad, como por la rapidez con la que pueden llevarse a cabo los proyectos de generación frente a opciones como la hidráulica, solar, eólica, etc.

En función de la magnitud de esta nueva industria en el país, y tomando en consideración la importancia estratégica de este recurso, se vió la necesidad de implementar una normativa específica para toda la cadena de valor del gas natural. En este sentido, la regulación contempla

los cuatro rubros de esta industria: a) exploración, b) explotación, c) transporte; y, d) distribución y comercialización. Además, al igual que en el mercado eléctrico y minero, se asignaron funciones al OSINERGMIN para la supervisión y fiscalización de las empresas involucradas. Es preciso indicar que el uso del gas natural está normado a través del Decreto Supremo N° 042-99-EM (1999).

Figura 18

Normativa General de la Supervisión en la Industria de Gas Natural



Nota. Se muestra la Estructura Normativa aplicable para la industria del gas natural en el Perú.

Tomado de “La Industria del Gas Natural del Perú a Diez Años del Proyecto Camisea” por Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. & García, R., 2014, Osinergmin.

El marco regulatorio del mercado y la industria del gas natural se encuentra previsto en la Ley de Promoción y Desarrollo de la Industria del Gas Natural, Ley N° 27133 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 040-99-EM (1999), que establece las condiciones específicas para la promoción del desarrollo de esta industria. El objetivo de esta normativa es fomentar la competencia y propiciar la diversificación de las fuentes energéticas que incrementen la confiabilidad del suministro de energía y la competitividad del aparato productivo del país (Tamayo et al., 2014).

Con respecto a la obtención de licencias para ser consumidor de gas natural, la normativa prevé dos escenarios, la primera dentro de las zonas de concesión y la segunda en áreas donde no existen empresas encargadas de la distribución de gas natural. Para los casos donde sí exista el servicio de distribución, si bien se deben de cumplir con los requisitos técnicos y procedimientos administrativos establecidos, el proceso es más simple que en los casos donde no existe un distribuidor. En las áreas fuera de la zona de concesión, el interesado deberá de desarrollar un expediente técnico con el alcance del proyecto.

El expediente mencionado en el punto anterior, deberá de presentarse ante la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) para solicitar la aprobación como usuario directo. Ahora es preciso notar que, a pesar de que los costos de conexión y adecuación del fluido desde la línea de transporte son más elevados que la vinculación al sistema de distribución, la vinculación directa a la línea de transporte en una zona fuera de concesión evita la tarifa por concepto de peajes del sistema de distribución. Por ello, la opción de vincularse directamente a la línea de transmisión podría resultar una mejor alternativa para proyectos de gran escala en el largo plazo.

1.4. Análisis del Contexto Externo de la Empresa (Oportunidades y Amenazas)

Luego de haber entendido el modelo de negocio de la operación de Tecnomine, y de haber analizado las características que tienen los sectores industriales involucrados en la minería de activos digitales, dentro de los cuales el energético juega un rol fundamental para viabilizar los proyectos de minería de criptomonedas, es necesario analizar el ambiente en el que se desenvuelve Tecnomine. Para ello, se realizó un análisis de contexto interno y externo de la organización basados en la metodología de la matriz FODA, la cual puede ser consultada en el Apéndice C. En esta sección se abordará el contexto externo de la organización, evaluando sus oportunidades y amenazas.

1.4.1. Oportunidades

Como se mencionó anteriormente, el mercado de los activos digitales tiene un poco más de 10 años de vida, tiempo en el cual no ha podido ser expandido dentro de todos los mercados energéticos disponibles a nivel mundial. En este caso, el mercado peruano no es la excepción, inclusive al poseer un gran potencial energético con excedentes de capacidad de producción eléctrica a precios competitivos en el mercado internacional, el país no cuenta con proyectos de minería de activos digitales comparables a los existentes a nivel internacional. Adicionalmente, la disponibilidad de acceso a gas natural a precios regulados proporciona una alternativa interesante para el minado mediante la autogeneración.

Dentro del ámbito comercial, la operación de minería de activos digitales permite la descentralización, ya que la alta flexibilidad de esta industria permite que esta sea ubicada en cualquier locación, lo cual representa una oportunidad para aprovechar el potencial energético del país, a través de la creación de demanda eléctrica para viabilizar proyectos de producción energética. Asimismo, la operación conectada a una red virtual permite acceder a mercados internacionales, evitando los límites de territorio y burocracia vinculada. En esta línea, se abre la posibilidad a atender necesidades de tercerización de servicios de ingeniería y operación remota de empresas de mayor envergadura en cualquier parte del mundo.

Del mismo modo, se identificaron oportunidades vinculadas a la parte operativa del negocio, dentro de lo cual resalta la posibilidad de utilizar el gas natural para la autogeneración de electricidad. Dentro de la oportunidad más resaltante se encuentra el aprovechamiento de los gases de combustión en sistemas de enfriamiento para incrementar la productividad de los equipos de minería, lo cual a su vez incrementa la eficiencia de todo el sistema. Por otro lado, si bien el objetivo del negocio de minería es la maximización del tiempo de operación, el proceso

de minado es sumamente flexible permitiendo la ejecución de procesos de incremento (*ramp-up*) y reducción de carga (*ramp-down*) en periodos reducidos de aproximadamente 15 minutos, lo cual proporciona un grado de adaptabilidad alto para aprovechar la oferta energética durante el día.

Con respecto a la parte financiera, la operación en activos digitales permite que las organizaciones puedan desarrollar estrategias dentro del marco legal para minimizar la tributación. Lo cual se logra mediante la minimización de la necesidad de conversión de activos digitales y por ende la minimización de incorporación de los resultados de la operación al sistema financiero tradicional. En este mismo escenario, la venta de criptomonedas no está afectada al Impuesto General a las Ventas (IGV), ya que estas transacciones se realizan en el mundo virtual, por lo cual se presenta la posibilidad de minimizar el Impuesto a la Renta (IR) y de incrementar el escudo fiscal, mediante la incorporación de IGV vinculado a la adquisición de bienes y servicios por parte de Tecnomine.

1.4.2. Amenazas

Así como la identificación de las oportunidades para el negocio, el análisis externo del sector demanda realizar una evaluación de las potenciales amenazas que, bajo ciertas circunstancias, podrían obstaculizar las proyecciones de desarrollo de la organización, e inclusive poner en riesgo las operaciones de la empresa. Dentro de este análisis se van a revisar aspectos regulatorios, financieros, contables, comerciales, operativos, de recursos humanos, e inclusive de reputación y seguridad. En esta revisión se persigue que la organización pueda elaborar una estrategia definida para hacer frente a las amenazas del sector.

Si bien el hecho de que el mercado de criptomonedas es relativamente nuevo y ofrece una serie de oportunidades para los usuarios que ingresan al sector, también presenta distintas

amenazas que tienen que ser tomadas en consideración en el análisis. Debido a que el mercado local no preveía el desarrollo de un sector de este tipo, el marco regulatorio del mercado energético no contempla reglas de juego claras para el desarrollo de operaciones de minería de activos digitales, las cuales, a diferencia de la industria tradicional, pueden ser ubicadas dentro de las plantas de generación de electricidad con el objetivo de evitar los costos de transmisión y distribución, situación que no está claramente definida en la regulación actual.

Siguiendo con el tema de regulación, la legislación tributaria no contiene de manera específica los métodos para gravar impuestos a transacciones realizadas mediante criptomonedas, sin la necesidad de realizar la conversión a dinero tradicional. Si bien en la práctica las transacciones en criptomonedas pueden ser realizadas, estas no son reconocidas por la regulación vigente y por ende no existen mecanismos de tributación. Esta situación genera la necesidad de conversión de divisas, y su vez un manejo contable minucioso para evitar controversias con el órgano de recaudación tributaria del Estado, la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), así como, para establecer las mejores estrategias contables para optimizar los deberes tributarios de la organización.

Desde el punto de vista comercial, las operaciones de minado generan una dependencia muy estrecha con los proveedores de energía eléctrica, ya que las operaciones están supeditadas a la capacidad y confiabilidad de entrega de toda la cadena de suministro de la electricidad (generación, transmisión y distribución). Esta dependencia podría ser reducida, en la medida que la provisión eléctrica pueda evitar ciertas etapas de la cadena de valor. Por otro lado, el desarrollo de proyectos energéticos en otros países que ofrezcan mejores condiciones comerciales, tanto por capacidad y confiabilidad, como por precio y flexibilidad, podría generar las condiciones para que los inversionistas prefieran asentar sus operaciones en otros países.

Por otro lado, la evolución tecnológica de los últimos años ha permitido que las empresas de tecnología desarrollen equipos más potentes y eficientes para el incremento de la productividad de las operaciones de minado, desarrollos que continúan dándose de manera frecuente. Esta situación, a pesar de ser un factor beneficioso para el sector en general, puede representar una amenaza para la sostenibilidad del negocio de Tecnomine en el mediano y largo plazo, ya que dichas mejoras tecnológicas aceleran la obsolescencia del activo fijo. En consecuencia, ello genera que las empresas de minado tengan la necesidad de realizar actualizaciones progresivas para mantener la competitividad en el mercado, lo cual está asociado a incrementos en CAPEX.

Dentro del rubro financiero, la volatilidad del mercado de activos digitales requiere que los inversionistas tengan el suficiente soporte financiero para afrontar riesgos, ya que, durante las etapas de precios bajos, se deberá de minimizar la necesidad de conversión, y los gastos de OPEX deberán ser cubiertos por la caja. En este mismo sentido, el financiamiento de proyectos de gran envergadura podría ser limitado, ya que, debido a los niveles de riesgo de los proyectos, el acceso a fondos de entidades financieras reconocidas podría ser reducido. Con respecto al recurso humano, el mercado local no posee una oferta importante de profesionales especializados en el rubro, por lo cual, la rotación de personal podría generar inconvenientes en la operación.

El análisis también ha identificado amenazas vinculadas a la reputación y seguridad de la operación. En primer lugar, las operaciones de minado al estar vinculadas a una industria controversial como el de las criptomonedas, la cual aún no es adoptada por los principales organismos financieros internacionales, podría no brindar la suficiente confianza para la atracción de inversión. En estos mismos términos, al formar parte de un sistema financiero descentralizado que tiene una ausencia de regulaciones, Tecnomine podría estar expuesto a inversionistas con capitales de dudosa procedencia, vinculados principalmente a operaciones de lavado de activos.

Finalmente, una de las amenazas más importantes a las que podría estar expuesta la organización, está vinculada al propio mecanismo de operación de minado. El requerimiento de vincular el equipo informático a la red para la producción de los bloques, así como, la necesidad de emplear billeteras digitales para el cobro de las recompensas por la operación, exponen a la empresa a ataques cibernéticos que pueden tomar control de los equipos, inhabilitarlos, e inclusive hacerse de los fondos acumulados de la operación. Para ello, la organización deberá de establecer sistemas de control lo suficientemente robustos para proteger la integridad de los activos fijos y digitales.

En la Tabla 1 se muestra la Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE) realizado en base a la información mostrada en el análisis de oportunidades y amenazas presentados previamente:

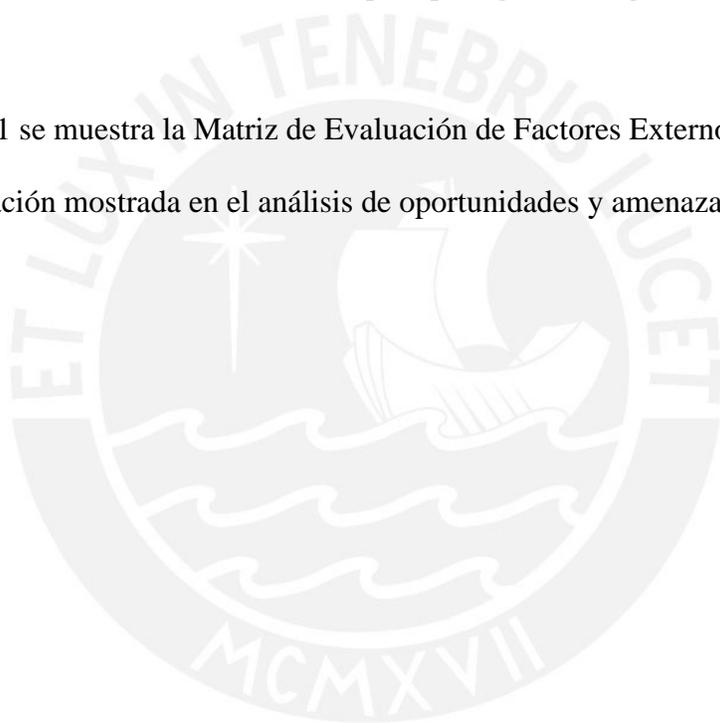


Tabla 1*Matriz de Evaluación de Factores Externos*

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS	Peso	Puntaje	Calificación
OPORTUNIDADES	40%		1.41
Mercado emergente en Perú	14%	3	0.42
Negociación de contratos de abastecimiento de energía eléctrica con tarifas competitivas	12%	4	0.48
Acceso a fuentes de energía para autogeneración (gas natural)	18%	4	0.72
Acceso a clientes a nivel mundial (negocio sin barreras)	5%	3	0.15
Capacidad energética del país disponible	10%	3	0.3
Precios de energía eléctrica dentro de un mercado competitivo	8%	4	0.32
Industria descentralizada, las operaciones pueden trasladarse hacia el punto de generación de energía eléctrica	15%	4	0.6
Tributación vinculada exclusivamente a los montos realizados (incorporados al sistema financiero convencional)	12%	3	0.36
Requerimiento de servicios por parte de empresas de mayor envergadura (tercerización)	6%	3	0.18
AMENAZAS	60%		0.72
No existencia de marcos regulatorio, no se conoce las reglas de juego en el mercado peruano	15%	1	0.15
Dependencia del proveedor de energía eléctrica (distribuidor)	10%	1	0.1
Avance en el desarrollo tecnológico acelera obsolescencia de activo fijo principal (rigs de minado)	5%	2	0.1
Industria volátil que requiere capacidad financiera para asumir riesgos	20%	1	0.2
Ausencia de tributación específica para transacciones en criptomonedas	5%	1	0.05
Personal altamente especializado no disponible en el mercado	10%	2	0.2
Industria controversial que no es aceptada por todos los principales organismos financieros internacionales	10%	1	0.1
Tipo de cambio S/ - US\$ debido a incertidumbre política y económica	5%	2	0.1
Requiere un manejo contable minucioso para evitar inconvenientes con SUNAT	15%	1	0.15
Delincuencia común y organizada	5%	1	0.05
FACTOR FINAL MEFE			2.13

Nota. En la tabla se muestra el análisis de los factores externos identificados para la empresa Tecnomine.

1.5. Análisis del Contexto Interno de la Empresa (Fortalezas y Debilidades)

El objetivo de esta sección es la de mostrar aquellas características que proporcionan a Tecnomine una ventaja competitiva frente al mercado, lo cual incluye tanto a posibles competidores, como a su propia cartera de clientes. Del mismo modo, se incluye la identificación de ciertos rasgos en los cuales la empresa aún presenta falencias, las cuales son clasificadas como debilidades. En ambos casos, la organización deberá de establecer acciones claras tanto para sacar el máximo provecho a sus fortalezas, así como, para trabajar en el mediano plazo para el cierre de brechas de sus debilidades con el fin que estas no sean aprovechadas por sus competidores.

1.5.1. Fortalezas

Como se mencionó anteriormente, Tecnomine es una empresa pionera en el rubro de la minería de activos digitales, con una experiencia de más de 2 años, tiempo en el cual ha logrado implementar dos plantas de minado para el desarrollo de sus operaciones. Ahora, si bien la historia de Tecnomine es reciente, esta ha sido fundada sobre las bases y el historial de la empresa Tecnomaq V&L S.R.L., empresa dedicada al desarrollo de proyectos de ingeniería automotriz que operó por más de 24 años. Esta situación ha permitido que Tecnomine herede la calificación de buen contribuyente ante la SUNAT y que posea un score crediticio de “muy buen pagador” en el sistema financiero.

Otro punto resaltante de este modelo de negocio es el hecho de ser la primera empresa peruana formalizada en minería de activos digitales, lo cual le proporciona la ventaja de ser pionera en el rubro. Asimismo, el modelo de negocio le permite ser flexible en la provisión de servicios tanto a usuarios institucionales, como a usuarios individuales que buscan opciones para la generación de ingresos pasivos. En el caso de desarrollo de proyectos, Tecnomine considera la

posibilidad de desarrollo de plantas de minado diseñados para estructuras convencionales al interior de naves industriales, así como, la posibilidad de diseño bajo estructura modular lo cual incrementa la flexibilidad y la escalabilidad de manera progresiva.

Un campo no menos importante es el del recurso humano, el cual, si bien no es requerido de manera intensiva en este rubro, es requerido para el sustento de las operaciones. El liderazgo en la dirección de Tecnomine está compuesto por los socios fundadores, quienes, al poseer un perfil profesional técnico con experiencia en el desarrollo de proyectos de ingeniería de distinta índole, pueden estar involucrados directamente en la operación y mejora continua de los distintos procesos. Adicionalmente, este conocimiento técnico, ha facilitado el proceso de formación de personal local para la operación y mantenimientos de equipo especializado en minería.

Finalmente, dentro de las fortalezas identificadas, también se tienen ciertas características de índole comercial. En el tiempo que Tecnomine lleva de operación ha logrado establecer acuerdos comerciales con clientes institucionales con plazos superiores a un año con posibilidad a renovación, lo cual le permite asegurar una fuente de ingresos fija relacionada al servicio de *hosting*. Asimismo, ha establecido vínculos comerciales con los principales fabricantes de equipo especializado en minería de activos digitales, los cuales son difícil de adquirir en momentos donde las criptomonedas registran precios altos, lo cual incrementa la demanda del minado y por ende la demanda de *hardware*.

1.5.2. Debilidades

Así como la identificación de las fortalezas, el análisis interno de la organización ha detectado algunas debilidades que podría mermar la capacidad de crecimiento de Tecnomine, limitando la capacidad de escalar la operación. Dentro del rubro financiero, la capacidad de inversión en CAPEX para el desarrollo de proyectos de gran escala es limitada, por lo cual la

necesidad de financiamiento (incorporación de socios y/o bancaria) es necesaria. Por otro lado, existe la necesidad permanente de conversión de los activos digitales generados a dinero convencional para cubrir los costos y gastos, situación que podría verse afectada por la volatilidad del mercado, ya que en escenarios de precios bajos la empresa podría verse forzada a liquidar los BTC por debajo del precio de equilibrio para mantener la liquidez. Otro detalle no menos importante, es que el activo electrónico vinculado al equipo de minería se deprecia de manera acelerada y no puede ser revalorizado debido al desarrollo constante de la tecnología.

Con respecto al conocimiento, si bien se ha logrado desarrollar personal especializado en el rubro de minería de activos digitales, aún se mantiene una brecha en el *know-how* avanzado vinculado a la cadena de valor de la producción energética. Asimismo, debido a la escala de operación actual, no se cuenta con experiencia en el desarrollo y operación de proyectos de consumo energético de gran envergadura (> 1 MW). En esta misma línea, es preciso notar que la estructura de personal de Tecnomine es compacta, por lo cual su operación es sensible a la rotación de personal. Otra debilidad importante está relacionada a la barrera del idioma, ya que al ser esta una industria relativamente nueva, la literatura generada hasta la fecha ha sido desarrollada en inglés, idioma que no es dominado por el personal.

Dentro de las debilidades de carácter operativo, se identificó que una limitante para que la empresa pueda reducir su costo energético es la de operar dentro del mercado regulado. El consumo actual de Tecnomine no supera los 200 MW anuales por lo cual no puede ser clasificado como usuario libre, y por ende no puede acceder a negociaciones directas con los productores de energía en la búsqueda de condiciones comerciales más favorables para Tecnomine, tanto en temas de precio, como en capacidad asegurada. Es importante mencionar que, las instalaciones eléctricas de las plantas industriales actuales no poseen capacidad eléctrica

adicional a la demanda actual, lo cual representa una barrera operativa crítica que imposibilita el crecimiento de la operación.

En la **Error! Reference source not found.** se muestra la Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI) realizado en base a la información mostrada en el análisis de fortalezas y debilidades presentados previamente.



Tabla 2*Matriz de Evaluación de Factores Internos*

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE FACTORES INTERNOS	Peso	Puntaje	Calificación
FORTALEZAS	60%		2.13
Primera empresa peruana formalizada de activos digitales	10%	3	0.30
Conocimiento técnico especializado	22%	4	0.88
Experiencia en operación de granjas de minado	18%	4	0.72
Cartera de clientes existente y proyectos en funcionamiento	16%	4	0.64
Posibilidad de desarrollo de granjas de minería portátil, con y sin autogeneración	8%	3	0.24
Presenta un tipo de servicio para usuarios individuales interesadas en la generación de ingresos adicionales	10%	3	0.30
Proporciona remuneraciones atractivas para el personal (sobre el promedio del mercado)	8%	3	0.24
Relaciones comerciales con los principales fabricantes de <i>rigs</i> de minería digital	8%	3	0.24
DEBILIDADES	40%		0.64
Activo fijo de minado (<i>rigs</i>) operan exclusivamente con ventilación forzada	12%	1	0.12
Activo fijo de minado (<i>rigs</i>) no puede ser revalorizado luego de la depreciación	12%	1	0.12
<i>Know-how</i> de la cadena de valor de producción de energía eléctrica	5%	2	0.1
Capacidad de consumo actual no permite ser clasificado como cliente libre	18%	2	0.36
Estructura de personal es compacta por lo cual la rotación de trabajadores puede afectar las operaciones	5%	1	0.05
Restricción de CAPEX	18%	2	0.36
La operación requiere capital de trabajo para sostener el OPEX lo cual requiere la conversión monetaria	7%	1	0.07
Planta industrial actual no posee capacidad energética para continuar el crecimiento	18%	2	0.36
No se cuenta con referentes en el mercado local para <i>benchmarking</i>	5%	1	0.05
FACTOR FINAL MEFI			2.77

Nota. En la tabla se muestra el análisis de los factores internos identificados para la empresa Tecnomine.

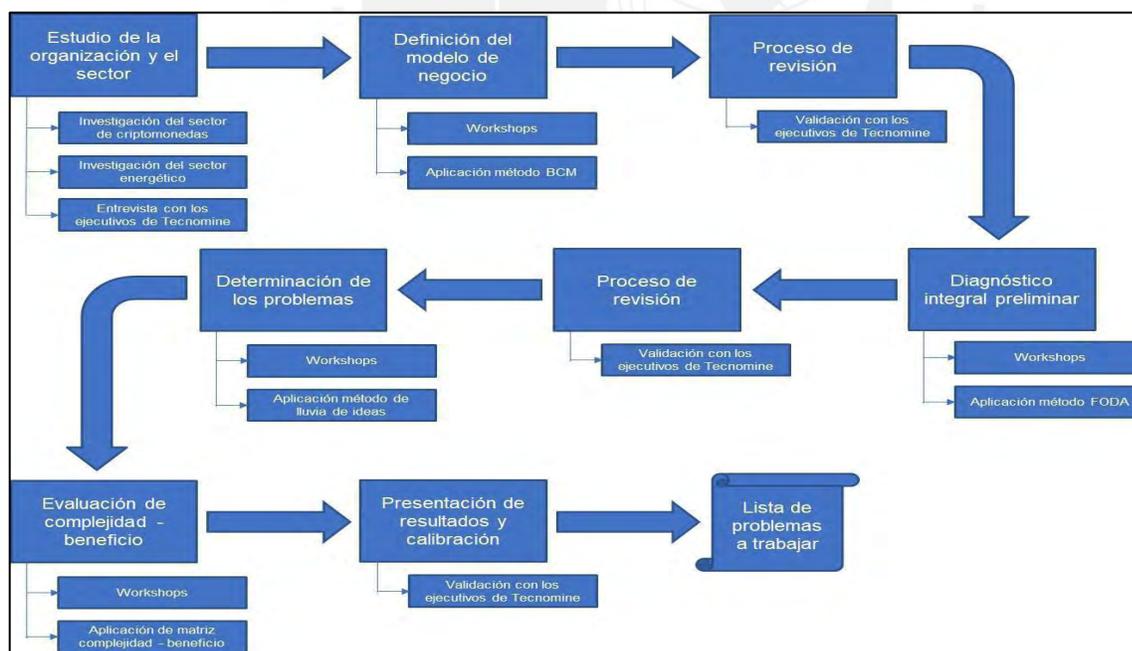
Capítulo II: Diagnóstico empresarial y Problema Principal

2.1. Metodología de Trabajo

El objetivo del presente capítulo está centrado en la identificación de los principales problemas a los que se enfrenta Tecnomine para poder alcanzar las metas trazadas y pueda continuar creciendo al mismo tiempo que se mantiene rentable para la satisfacción de los accionistas. Para poder lograr ello, se realizó un diagnóstico integral de la organización para identificar las falencias internas de la compañía, así como, las barreras externas que ejercen presión sobre la organización. Esta sección estará enfocada en describir la metodología empleada para ejecutar la evaluación, la misma que fue resumida en la Figura 19.

Figura 19

Identificación de Problemas Mediante Lluvia de Ideas



Nota. Se muestra el diagrama de flujo de la metodología empleada para la realización del diagnóstico de la organización que decantó en una lista de problemas que representan restricciones para la operación de Tecnomine.

2.1.1. Estudio de la empresa

Con la finalidad de poder realizar un diagnóstico adecuado de la organización es necesario conocer a profundidad y entender su forma de operación. En este diagnóstico no solo se debe incluir a las actividades operativas y comerciales, sino también a la complejidad involucrada en la red de Bitcoin y la *blockchain*, temas que fueron desarrollados de manera amplia en el capítulo anterior. Para este fin, se realizó un estudio minucioso tanto de las operaciones vinculadas al negocio de Tecnomine, como a las operaciones de todo el sector, ya que es de alcance global.

En este sentido, siendo este un negocio no convencional y relativamente nuevo, fue necesario recopilar abundante bibliografía que permita generar un entendimiento básico de las operaciones de minería de criptomonedas. Luego, se agendaron entrevistas con los ejecutivos de la organización para conocer, de primera fuente, el funcionamiento detallado y la magnitud actual de la empresa. Asimismo, se pudo recabar información relacionada a los planes de corto y largo plazo, así como, las dificultades con las que los ejecutivos de Tecnomine están lidiando para el desarrollo de operaciones de criptomonedas a gran escala en el mercado peruano.

2.1.2. Definición de Modelo de Negocio y Diagnóstico Integral

En el punto anterior se recopiló información importante para poder desarrollar los modelos con la cual se construyó el esquema del modelo de negocio de Tecnomine basados en la metodología del *Business Model Canvas* (BMC), a través de la ejecución de talleres de trabajo para establecer la versión preliminar. Ello permitió describir de manera acotada cada pieza clave del negocio de esta empresa identificando los recursos requeridos, el tipo de mercado al cual está

enfocada, la propuesta de valor ofrecida por la organización, las partes vinculadas a la operación, la estructura de costos, así como las fuentes de ingresos.

Luego de haber completado el BMC preliminar, se procedió con la etapa de validación de los resultados con los ejecutivos de Tecnomine. Esta etapa tiene la intención de contrastar los resultados del desarrollo del esquema de modelo del negocio y realizar los ajustes correspondientes para reflejar la realidad. A partir de la retroalimentación recibida se realizó un nuevo taller de trabajo para realizar las correcciones pertinentes y realizar la emisión final, la cual nuevamente pasó por la aprobación de los representantes de Tecnomine como parte de los controles de calidad implementados.

A partir de los resultados del análisis anterior, y con la información recopilada del sector, tal como fue descrita en la sección 2.1.1., se realizó el diagnóstico integral de la situación de la organización mediante un análisis de factores internos y externos, basado en la metodología FODA. Esta etapa nuevamente fue ejecutada mediante talleres de trabajo para identificar las fortalezas y debilidades (análisis interno), así como, las oportunidades y amenazas a las que está expuesta Tecnomine. Nuevamente se aplicó el control de calidad de validación con los ejecutivos de la empresa para verificar la precisión del análisis. Finalmente se procedió con la emisión final de los resultados y se obtuvo la aprobación correspondiente.

2.1.3. Determinación de los Problemas

Con los resultados de diagnóstico inicial y con la determinación del modelo de negocio, el proceso de adquisición de conocimiento específico y el entendimiento sobre el funcionamiento de la empresa ha sido completado. Con esta información se procedió a un análisis más específico con la finalidad de identificar problemas que afectan las operaciones de Tecnomine. Para esta

tarea se optó por la metodología de lluvia de ideas o también conocida en inglés como *brainstorming* la cual se caracteriza por recopilar una gran cantidad de ideas en la parte inicial del análisis para luego ser filtradas empleando la delimitación del tema en estudio.

En la Figura 20 se muestra la planilla obtenida luego del proceso de lluvia de ideas donde se identificaron problemas de distinta índole. Estos fueron analizados desde la perspectiva de la influencia que poseen para obstaculizar el proceso de desarrollo de la organización. A partir de ello, se verificó que existía cierto nivel de compatibilidad entre algunos problemas, por lo cual se procedió con la agrupación en función de su similitud y del impacto que puedan generar en el ámbito financiero, abastecimiento energético u otros.

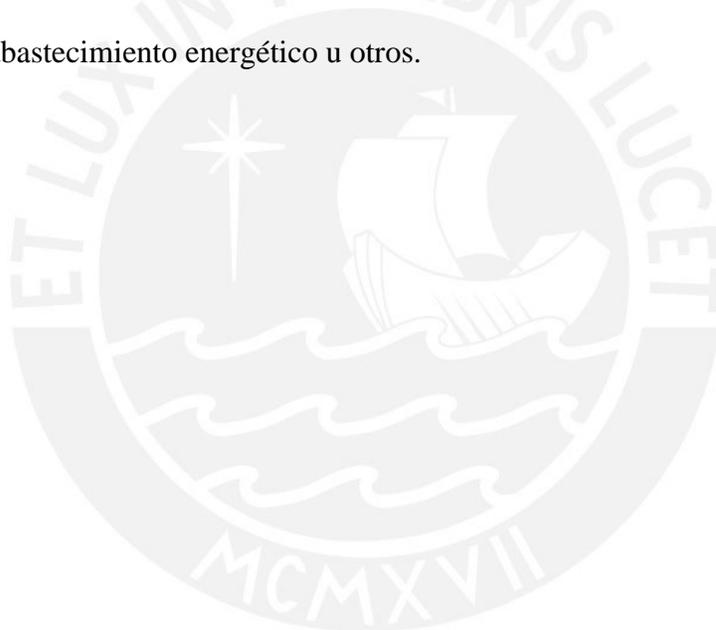
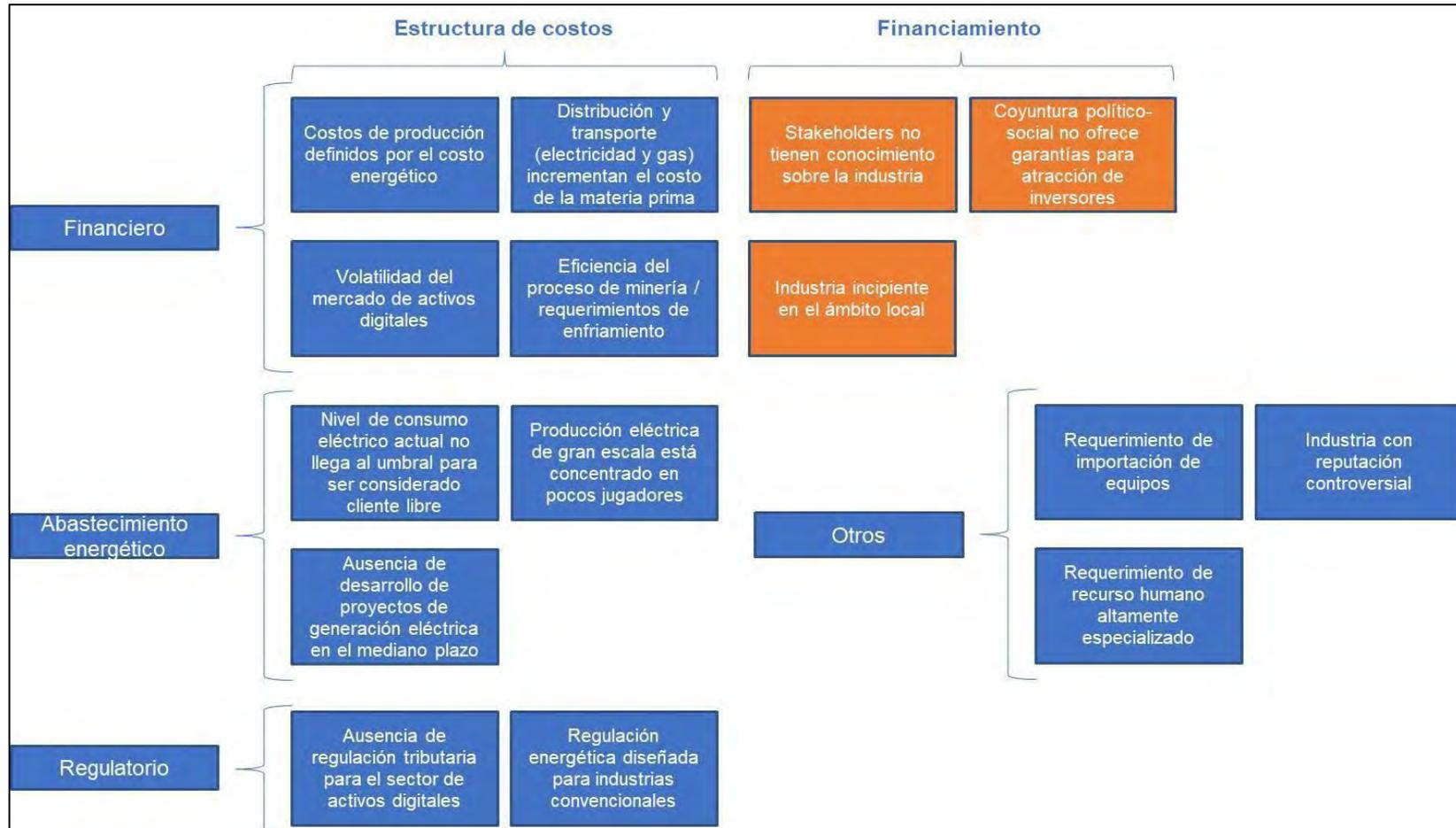


Figura 20

Resumen de los Problemas Identificados



Nota. Se muestra el resumen de los resultados del análisis realizado para la identificación de problemas en las operaciones de minería de activos digitales de la empresa Tecnomine.

2.1.4. Evaluación de Complejidad y Beneficio

Es preciso indicar que todos los problemas identificados no serán cubiertos dentro del alcance del presente estudio, situación por la cual se realizará una evaluación de los distintos problemas empleando una matriz para calificar el nivel de complejidad del problema y el potencial beneficio para la organización. En este sentido, para el análisis cualitativo de las dos variables mencionadas se empleará una escala del 1 al 5 para calificar cada problema. En la Tabla 3 se detalla el criterio de evaluación para la variable complejidad.

Tabla 3

Criterios de Puntuación para la Variable Complejidad

Puntuación	Característica
1	Complejidad casi nula
2	Complejidad baja
3	Complejidad media
4	Complejidad alta
5	Complejidad muy alta / no se tiene control

Nota. Se detalla los criterios de puntuación a emplear para la evaluar la complejidad de los problemas identificados. Un puntaje más elevado indica que el nivel de complejidad es también más alto.

El criterio empleado para calificar la variable de complejidad está basado en el nivel de recursos que se requieren para atender un problema en particular. Los problemas calificados con niveles de complejidad entre uno y dos, son aquellos que pueden ser atendidos directamente con recursos ya existentes en la organización o el requerimiento de inversión para llevarlos a cabo no involucra un monto superior a los US\$ 20,000. Para el caso de los niveles tres, cuatro y cinco, se tienen identificados problemas que requieren el uso de recursos especializados no disponibles en

la organización, montos de inversión superiores a los US\$ 20,000 y/o alteraciones en la regulación asociada.

En el caso de la variable de beneficio, se evaluó el grado de impacto que tendría la resolución del problema en los resultados de la organización. En este caso también se empleó una escala de puntuación entre uno y cinco, donde los niveles uno al dos agrupa a aquellos problemas que no representarían una mejora significativa en el desempeño actual, mientras que a partir del nivel tres se tendría una mejora sustancial para el incremento de la capacidad instalada, la reducción de costos energéticos o el aumento de la productividad de la operación actual. En la Tabla 4 se muestra el criterio de evaluación.

Tabla 4

Criterios de Puntuación para la Variable de Beneficio

Puntuación	Característica
1	Beneficio casi nulo
2	Beneficio bajo
3	Beneficio medio
4	Beneficio alto
5	Beneficio muy alto

Nota. Se detalla los criterios de puntuación a emplear para la evaluar el beneficio potencial de solucionar los problemas identificados. Un puntaje más elevado indica que el nivel de beneficio es también más alto.

2.2. Lista de problemas

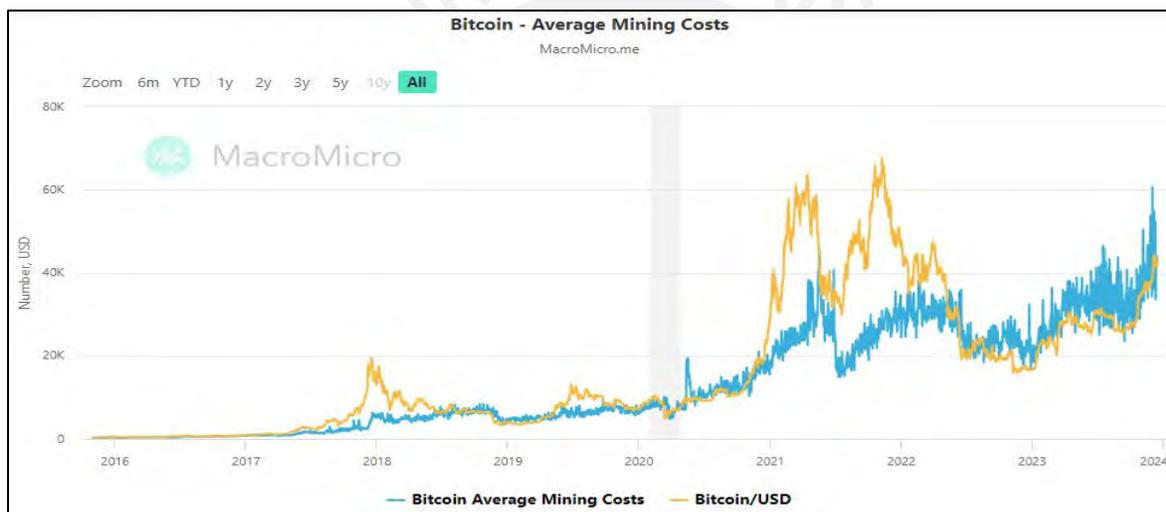
2.2.1. Impacto financiero

Costos de Producción Definidos por el Costo Energético. Uno de los riesgos latentes a los que se ven expuestas las empresas de minería de activos digitales, está vinculado al hecho de

que sus operaciones sean económicamente factibles, incluso durante ciclos con precios de mercado bajos. En este escenario, las empresas de minería deben de tener la capacidad de afrontar dichos ciclos, lo cual puede ser logrado a través de costos de producción bajos, determinados fundamentalmente por el precio de la energía eléctrica utilizada. Ello con la finalidad de minimizar su punto de equilibrio hasta que los precios de mercado se posicionen en zonas favorables.

Figura 21

Evolución de Costos de Producción del Bitcoin y la cotización BTC/USD



Nota. En la figura se muestra el costo de producción de un BTC versus la cotización del BTC entre el 2019 y el 2023. Tomado de “Bitcoin - Average Mining Costs” por MacroMicro, s.f. (<https://en.macromicro.me/charts/29435/bitcoin-production-total-cost>).

En la Figura 21, se puede observar que existen ciclos bajistas, en los cuales el precio de mercado de BTC cae por debajo del punto de equilibrio. Sin embargo, con el tiempo esta situación se revierte, dando paso a un ciclo más favorable. Es preciso indicar que las empresas de minería están expuestas a estos escenarios, por lo cual es fundamental desarrollar una estrategia

que permita minimizar el costo de producción, con la finalidad de reducir el riesgo de exposición a la volatilidad propia de este mercado.

Esta situación podría impulsar el colapso de empresas de minería que no estén en la capacidad de soportar ciclos bajistas extensos, forzando el cierre de sus operaciones. De acuerdo con Bloomberg, tres de las empresas más grandes de minería de BTC en Estados Unidos reportaron pérdidas acumuladas por más de 1 billón de dólares en el segundo trimestre del año 2022. Esto debido al colapso en el precio de BTC, generando un déficit en los ingresos de la compañía y disminuyendo su capacidad de liquidez.

Costos de Distribución y Transporte (eléctrico y gas) Incrementan el Costo de la Materia Prima. Con la finalidad de fomentar la inversión privada en el mercado de energía, el Gobierno peruano desarrolló regulación específica para este mercado fomentando la existencia de monopolios naturales en los sectores de transmisión y distribución, tanto para la electricidad, como para el gas natural, a través de concesiones de largo plazo. Esta situación genera que las empresas concesionarias posean derechos dentro del alcance territorial definida, por lo cual los clientes deben de pagar tarifas reguladas. En la mayoría de los casos, el costo acumulado de las tarifas de transmisión y distribución generan un incremento significativo del precio final de la energía, llegando inclusive a duplicar el costo de producción.

Si bien, el marco regulatorio actual protege a los concesionarios, podría existir opciones no cubiertas dentro de las leyes que impidan a las empresas productoras, comercializar la energía en zonas adyacentes al punto de producción. Esta alternativa puede ser llevada a cabo en la medida que la industria de minería de activos digitales ofrece un grado de flexibilidad bastante alto para su desarrollo. Una ventaja destacable es la factibilidad de instalar esta industria en

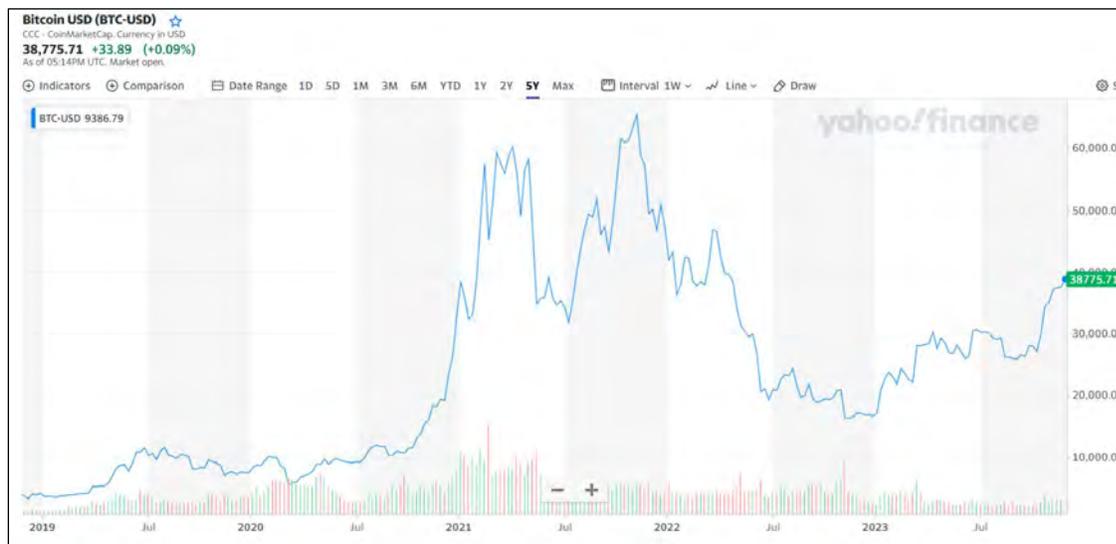
locaciones remotas cercanas a los puntos de producción de energía eléctrica, donde la presencia de concesionarios de distribución y/o transmisión es casi inexistente.

En este sentido, en busca de mejores condiciones comerciales con precios de energía eléctrica más bajos. Las leyes que propugnan la eficiencia en la producción de energía y/o en su uso, así como, en la descentralización del gas natural, podrían encontrar en la industria de la minería de activos digitales, una opción que permita factibilizar el desarrollo de nuevos proyectos en zonas alejadas a los grandes centros urbanos. Sin embargo, este representa un tema con muchas aristas y un grado de complejidad alto.

Volatilidad del mercado cripto. Es muy conocida la volatilidad de este mercado, siendo quizá, una de las principales características que generaron el auge en el año 2020, en el cual la mayoría de las industrias convencionales presentaban escenarios bastante pesimistas. Sin embargo, luego de un crecimiento vertiginoso que se ralentizó hacia mediados del año 2021, y con un ciclo de caída sostenida durante el año 2022, y ciclos de recuperación durante el 2023, la atracción de nuevos capitales hacia esta industria se ha visto mermada. En la Figura 22 se muestra la evolución del precio del BTC en los últimos 5 años, donde se evidencian los ciclos de subida y bajada mencionados anteriormente.

Figura 22

Precios Históricos del BTC de 2019-2023



Nota. En la figura se muestra la cotización BTC/USD en los últimos 5 años. Tomado de “Bitcoin USD (BTC-USD)” por Yahoo Finance, s.f. Consultado el 13 de diciembre de 2023 en <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD?p=BTC-USD&.tsrc=fin-srch>.

Es preciso indicar que, a pesar de los ciclos volátiles por los que ha atravesado el BTC, el mercado ha salido fortalecido de los ciclos menos favorables, mostrando un grado de resiliencia significativo, tal como lo menciona Neuro (2023). A partir de ello, y evaluando el comportamiento del precio de mercado, se puede creer que los precios de estos activos en el futuro serían superiores a los actuales, tal como lo explica Herrera (2023), proporcionando una referencia para realizar la evaluación de factibilidad del desarrollo de proyectos de minería digital.

Stakeholders No Tienen Conocimiento Sobre la Industria. Debido a que la adopción masiva de los activos digitales aún no está extendida por la falta de aceptación por parte de los principales entes reguladores de los sistemas monetarios a nivel mundial, las partes interesadas

no conocen, y, por ende, no entienden el funcionamiento y potencial de estos activos. Asimismo, a la fecha la mayoría de los gobiernos mantienen una posición de rechazo frente al funcionamiento de este sistema de manera paralela al sistema monetario convencional, tal como detalla Wieczner (2023) sobre la posición del Gobierno Federal de los Estados Unidos de América.

Por otro lado, al tratarse de un mercado que no posee respaldo por parte de los principales organismos económicos del mundo, se considera de alto riesgo y altamente especulativo. Por estos motivos, el espectro de personas, tanto naturales como jurídicas, interesadas en invertir en esta industria es reducida. A su vez, esta situación genera que las fuentes de financiamiento para este tipo de proyectos también sean limitadas.

Industria Incipiente en el Ámbito Local. Si bien la industria de activos digitales tiene más de 10 años de operación, su utilización en el ámbito local es incipiente. Del mismo modo, la cantidad de empresas dedicadas a la minería de este tipo de activos es bastante reducida y no poseen exposición, lo cual puede no hacer posible la ejecución de investigaciones empresariales tales como estudios de mercado, análisis comparativo con otras empresas, e incluso afecta el nivel de éxito para el acercamiento con empresas del sector energético.

Coyuntura Político-Social no Ofrece Garantías para Atracción de Inversores.

Debido a la compleja situación político-social por la que viene atravesando el Perú desde hace unos años, la atracción de inversión, tanto local como extranjera, para el desarrollo de proyectos en el país se ha visto reducida significativamente, tal como lo afirmó el Banco Central de Reserva (BCR, 2023) indicando que la inversión privada en el país se contrajo en 12% durante el primer trimestre del 2023. Esta situación afecta a todas las industrias sin excepción en mayor o menor medida, inclusive a las operaciones de minería digital, debido al riesgo al que podría estar

expuesto un inversionista tanto por los cambios en las políticas de estado (restricción de importaciones y exportaciones, control cambiario, gestión energética, cambios regulatorios, etc.) como por los eventos de convulsión social, violencia y vandalismo.

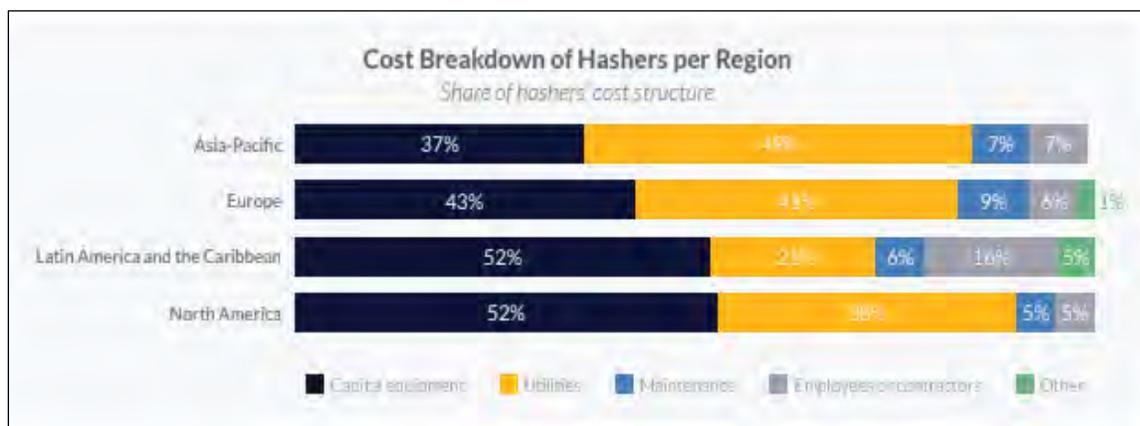
2.2.2. Impacto en el Abastecimiento de Energía Eléctrica

Umbral de Consumo de Energía Eléctrica. Actualmente, la demanda anual de energía eléctrica de Tecnomine es cercana a la potencia contratada de 45KW, cantidad que no supera los 200 KW requeridos para ser clasificado como usuario libre. De esta manera, la tarifa eléctrica a la que Tecnomine debería estar afecta es la definida para clientes regulados, la cual en algunos casos llega a valores cercanos a US\$ 200 por MWh. A pesar de esta situación, a la fecha Tecnomine accede a una tarifa preferencial brindada por el complejo industrial en el que se encuentra instalado, quienes sí se encuentran dentro de la categoría de usuario libre. En este sentido, la tarifa real para las operaciones actuales de Tecnomine es de US\$ 70/MWh con la limitante de potencia máxima instalada, lo cual limita su proyección de crecimiento.

Como ya se mencionó anteriormente, el costo de la energía eléctrica es fundamental para determinar la factibilidad de desarrollo de proyectos de minería de activos digitales. En este tipo de industria aproximadamente el 55% de los costos corresponde al OPEX, del cual el 79% están vinculados al consumo energético, mientras que el CAPEX concentra el 45% restante. En este sentido, la distribución de costos varía significativamente en función del costo de la energía eléctrica de la región donde se opere, tal como se muestra en la Figura 23.

Figura 23

Distribución de Costos de Minería de Criptomonedas por Región



Nota. Se muestra la distribución de costos de la industria de criptomonedas según la región de operación. Tomado de Cambridge Judge Business School, 2021.

De acuerdo con lo mostrado en la figura anterior, la cual está basada en un estudio realizado por la Universidad de Cambridge. Latinoamérica representa un mercado con costos de la energía eléctrica competitivos (OPEX), además de contar con potencial para el incremento de capacidad requerida Asimismo, el CAPEX en Latinoamérica representa una mayor participación comparado con operaciones de Asia y Europa (Cambridge Judge Business School, 2021).

Debido a la importancia del costo de la energía eléctrica, la mayoría de los mineros desarrollan estrategias para acceder a tarifas preferenciales. Estas estrategias son más beneficiosas que las residenciales, a través de contratos con los productores de energía. En el mismo estudio mencionado anteriormente, se concluye que el costo de la energía eléctrica promedio para esta industria en Latinoamérica es de US\$ 0.025 por kWh (US\$ 25/MWh), tal como se mostró en la Figura 1

Costo de Electricidad por Región.

En el caso aplicado en la presente tesis, la tarifa actual de Tecnomine corresponde a un costo de US\$ 70/KWh como tarifa industrial, la cual es 2.8 veces mayor a la ofrecida en algunos países de Latinoamérica, lo cual podría ser explicado por las políticas de subsidios existentes en algunos países de la región. Es preciso indicar que, si bien el mercado eléctrico peruano está regulado, los precios de la energía eléctrica no están subvencionados por el Estado, pero pueden ser negociados en el mercado directamente con los productores. Es decir, podrían encontrar mejores precios si se negocia con los generadores eléctricos.

Escasez de Autogeneradores de Energía Eléctrica. Actualmente, las opciones de Tecnomine para obtener un incremento en sus márgenes a través de tarifas eléctricas más baratas, están limitadas a la capacidad de escalar sus operaciones para incrementar el consumo, y poder así ser clasificado como usuario libre. Otra opción está vinculada a la posibilidad de establecer acuerdos de suministro eléctrico con empresas de generación que no estén vinculados al SEIN y ubicados fuera de las áreas de concesión de empresas de distribución eléctrica. En este último caso, la cantidad de autogeneradores con exceso de capacidad disponible para la comercialización es limitada, ya que estas centrales de generación están avocadas a atender los procesos productivos de su núcleo de negocio, y el exceso de capacidad atiende necesidades de redundancia para la confiabilidad de la operación.

En el primer caso, la producción de energía eléctrica a gran escala, la cual tiene la posibilidad de ofrecer mejores condiciones comerciales, está concentrada en pocos jugadores. De acuerdo con información del COES, más del 80% de la capacidad instalada de energía eléctrica en el Perú está concentrada en tan solo tres empresas de generación, por lo cual las opciones son limitadas. Por otro lado, en el segundo caso, las empresas de generación eléctrica que operan fuera de la red no tienen como principal propósito la venta de energía eléctrica a terceras partes,

sino que existen para suministrar electricidad exclusivamente a otras industrias, tales como la minería, agricultura, etc.

Escasez de Proyectos Energéticos. La tendencia de la industria de minería de activos digitales es creciente, además de presentar un grado de desarrollo más simple y rápido que la industria convencional. Este hecho conlleva a la necesidad de que el abastecimiento de energía eléctrica se incremente a una tasa superior a lo que la industria lo demanda, para garantizar el suministro. En este contexto, la crisis sociopolítica que viene atravesando el Perú en los últimos años han frenado las iniciativas de inversión para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica que permitan incrementar la capacidad instalada.

En los últimos cinco años, el margen de reserva de electricidad en el Perú se ha visto reducido en un 9% de acuerdo con los reportes del COES, proyectando disminuciones adicionales para los próximos años. Ello evidencia un estancamiento en el desarrollo de la oferta de energía eléctrica por la ausencia de nuevos proyectos de generación, y un crecimiento progresivo de la demanda. Esta situación, afecta directamente a la industria en estudio, dado que, el aseguramiento en el abastecimiento de energía eléctrica en el mediano plazo podría estar en riesgo, lo cual podría complicar el desarrollo de proyectos de minería de activos digitales a gran escala debido a la incertidumbre. En consecuencia, la capacidad para atraer fuentes de financiamiento, tanto locales como extranjeras, podría también verse afectado significativamente.

Regulatorio. La industria de los criptoactivos ha estado en la agenda de los reguladores desde ya hace varios años; sin embargo, el avance en el marco regulatorio aún es heterogéneo. De acuerdo con lo indicado por el BCR en el año 2021, algunos países como Canadá, Japón, Suiza, Australia, entre otros, han avanzado en esta materia reconociendo en la mayoría de los

casos a los criptoactivos como propiedad; sin embargo, no en todos los casos es considerado como moneda de curso legal (BCR, 2021). Estos desarrollos regulatorios implican ajustes en la legislación actual, lo cual impacta en el modo de operar de las empresas de este rubro debido a las adecuaciones necesarias en términos contables y financieros para lograr el cumplimiento.

Por otro lado, muchos mineros digitales tienen un conocimiento limitado de la regulación existente, o perciben que la regulación existente es confusa e inconsistente. De esta manera, el entorno regulatorio puede influir en trasladar las operaciones de la empresa a otra jurisdicción o cerrar sus oficinas. Otro impacto de la regulación son las restricciones de servicio a usuarios de ciertos países como Irán, Corea del Norte, etc. (Cambridge Judge Business School, 2021).

Actualmente, muchos países están trabajando en proporcionar claridad regulatoria en el tratamiento de los criptoactivos y actividades vinculadas. Esta claridad permitiría que la industria de criptoactivos crezca a gran escala. Mientras tanto, dado que el marco regulatorio es heterogéneo entre las regiones, las empresas operan según la regulación que aplique en su jurisdicción. En este contexto, son pocos los países, como Kazajstán, los que han desarrollado marcos legales para las actividades mineras. Otros países, como Estados Unidos, tienen un mosaico de enfoques regulatorios, estatales o federales. En el caso peruano, desde el año 2020 se vienen tratando de desarrollar un marco normativo para esta industria (Castro, 2020), pero hasta la fecha no se han establecido reglas para proporcionar claridad a los jugadores actuales y potenciales.

En este contexto, las auditorías de reservas de criptoactivos desempeñan un papel fundamental para garantizar que las empresas que reciben depósitos de activos digitales mantengan reservas equivalentes a los fondos de sus clientes, con la finalidad de mantener la confianza de las partes interesadas. De esta manera, las auditorías pueden ser “pruebas de

reserva” en cadena o auditorías más tradicionales realizadas por terceros. En síntesis, el avance en la claridad regulatoria para el tratamiento de los criptoactivos es crucial para el crecimiento de la industria a gran escala.

2.2.3. Otros Problemas Identificados

Necesidad de Importación de Equipos. La minería de activos digitales al ser una de las industrias con mayor crecimiento en los últimos años, donde se utiliza equipamiento de avanzada tecnología para su operación, los cuales son desarrollados y fabricados por empresas especializadas en el extranjero. Estos equipos son fabricados fuera del país, principalmente en China, por lo que es necesario realizar el proceso importación y nacionalización. Ello conlleva el incremento de costos en CAPEX, así como, tiempo de espera propio de la cadena logística, factores que deben de ser considerados para el desarrollo de proyectos.

Industria con Reputación Controversial. Otro problema no menor, está relacionado a la reputación controversial que ha venido generando esta industria, vinculado principalmente al origen de los fondos que se utilizan en las transacciones, los cuales podrían estar vinculados al lavado de activos, operaciones en el mercado negro, inclusive a actividades ligadas al financiamiento del terrorismo internacional. Esto sucede debido a que las operaciones se realizan de manera descentralizada sin la necesidad de contar con la verificación y validación de ningún banco central, en la mayoría de los casos. A esto se le suma la ausencia de regulación específica en temas tributarios para los poseedores de este tipo de activos.

Recurso Humano Altamente Especializado No Disponible. Debido a su alto grado de especialización, y al ser una tecnología emergente e incipiente en el ámbito local, existe una brecha en el mercado de recursos humanos relacionado al perfil que las empresas de minería de activos digitales requieren. En este escenario, Tecnomine se ve en la necesidad de desarrollar el

conocimiento y la experiencia a través de la formación directa en el campo. Sin embargo, este proceso requiere un periodo de adaptación y absorción de conocimiento, lo cual podría generar retrasos en el desarrollo de proyectos futuros. Por otro lado, el mercado de profesionales en el extranjero es menos escaso, con la desventaja de escalas salariales más altas que en el mercado local.

2.3. Matriz de Complejidad vs. Beneficio

Como se mostró en la sección 2.2, el proceso de evaluación y diagnóstico realizado a la empresa Tecnomine ha evidenciado varios problemas que limitan la capacidad de crecimiento de la organización, y por ende ponen en riesgo la continuidad de sus operaciones en el mediano y largo plazo. Si bien la intención de este estudio es la de analizar distintas propuestas que presenten una mejora frente a la situación actual, no se van a diseñar alternativas para cada uno de los problemas identificados. En este sentido, se ha realizado un análisis para identificar aquellos problemas que presentan niveles de beneficio significativo, y que a la vez poseen un nivel de complejidad aceptable para hacer viable el estudio.

En la Figura 24 se muestra los resultados del análisis realizado para la identificación de problemas, los cuales como se mencionó anteriormente, han sido agrupados en función del tipo de impacto que pueden generar:

Figura 24*Planilla de Evaluación de Problemas por Complejidad de Atención y Beneficio Potencial*

Matriz de Evaluación Complejidad - Beneficio					
Tipo de Impacto		#Problema	Problema identificado	Nivel de Complejidad	Nivel de Beneficio
Financiero	Estructura de costos	EC-01	Costos de producción definidos por el costo de energía eléctrica	4	7
		EC-02	Volatilidad del mercado de activos digitales	1	3
		EC-03	Distribución y transporte (electricidad y gas) incrementan el costo de la materia prima	1	4
	Financiamiento	FN-01	<i>Stakeholders</i> no tienen conocimiento sobre la industria	3	2
		FN-02	Coyuntura político-social no ofrece garantías para atracción de inversores	1	1
		FN-03	Industria incipiente en el ámbito local	3	1
Abastecimiento de energía eléctrica	AE-01	Nivel de consumo de energía eléctrica actual no llega al umbral para ser considerado usuario libre	3	7	
	AE-02	Producción de energía eléctrica de gran escala está concentrado en pocos jugadores	1	1	
	AE-03	Ausencia de desarrollo de proyectos de generación eléctrica en el mediano plazo	1	1	
Regulatorio	RG-01	Ausencia de regulación tributaria para el sector de activos digitales	2	1	
	RG-02	Regulación energética diseñada para industrias convencionales	2	1	
Otros	OT-01	Necesidad de importación de equipos	1	1	
	OT-02	Industria con reputación controversial	3	1	
	OT-03	Recurso humano altamente especializado no disponible en el mercado	4	2	

Nota. Se muestra la puntuación asignada a cada uno de los problemas descritos en la sección 2.2 en función de la complejidad que representan y el beneficio potencial esperado en caso sean atendidas.

Como se muestra en la Figura 25, en total se identificaron 14 problemas que representan limitaciones para el desarrollo de Tecnomine y/o podrían generar complicaciones para su operación. A modo de resumen, esta matriz muestra los resultados del análisis dentro de una matriz de complejidad versus beneficio, lo cual fue consecuencia de una evaluación por juicio de expertos que incluyó a los representantes de Tecnomine. Es preciso recalcar que la evaluación se ha realizado empleando los criterios detallados en la sección 2.1.4.

Figura 25

Resultados de Análisis de Evaluación Complejidad vs Beneficio

Matriz Complejidad - Beneficio		Beneficio				
		Casi Nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
		1	2	3	6	7
Complejidad	Casi Nula	5	10	15	30	35
	Baja	4	8 OT-03	12	24	28 EC-01
	Media	3 FN-03 OT-02	6 FN-01	9	18	21 AE-01
	Alta	2 RG-01 RG-02	4	6	12 EC-03	14
	Muy Alta	1 FN-02, AE-02 AE-03, OT-01	2	3 EC-02	6	7

Nivel de prioridad	Rango
Muy bajo	[1 - 5]
Bajo	[6 - 8]
Medio	[9 - 15]
Alto	[16 - 35]

Nota. Se muestran los resultados del análisis de complejidad y beneficio potencial realizado por el equipo de trabajo. Los colores muestran el grado de factibilidad para el desarrollo de estrategias para atender los problemas identificados.

De la información incluida en la Figura 25, se concluye que el análisis de alternativas deberá de estar centrado principalmente en aquellas opciones que permitan atacar los problemas identificados como EC-01, EC-03 y AE-01. Es preciso indicar que estos problemas fueron calificados con niveles de beneficio potencial “alto” y “muy alto”, y con niveles de complejidad entre “baja”, “media” y “alta”, lo cual los posiciona con un nivel de factibilidad alto para el

desarrollo de alternativas de solución. En la siguiente sección se describirá el problema principal identificado, el cual está en función de los resultados mostrados previamente.

2.4. Presentación del problema principal

Como se ha indicado de manera previa, la materia prima fundamental para la operación de equipamiento para la minería de activos digitales esta exclusivamente vinculada a la energía requerida para la operación de los ASIC, por lo cual la estructura de costos de empresas como Tecnomine están definidas principalmente por el costo de la energía eléctrica. Por otro lado, se tiene que la cotización de activos digitales presenta un comportamiento altamente volátil, definido por la oferta y demanda en un momento determinado. Ello genera la existencia de ciclos de precios, con escenarios bastante atractivos que incluyen niveles altos de rentabilidad para los mineros, pero también ciclos de precios bajos que llevan al límite a las operaciones de minería, sobre todo en mercados con precios de electricidad por encima del promedio.

En esta línea, el problema principal del presente estudio ha sido definido “cómo los precios de suministro eléctrico no competitivo limitan la capacidad de crecimiento de las operaciones de minería de Tecnomine”. A partir de esta definición, y teniendo en consideración que la componente de volatilidad del mercado fue identificada como un problema que posee un alto grado de complejidad que difícilmente puede ser controlada por un solo operador de minería. El desarrollo de las alternativas de solución para mejorar la posición de Tecnomine como empresa se centrará en atacar la componente del costo de la energía eléctrica y la disponibilidad de energía evaluando distintas opciones de suministro considerando el marco regulatorio peruano.

Capítulo III: Determinación de Causas del Problema Principal

A partir de la definición del problema realizada en el Capítulo II, es necesario identificar las causas que lo propician, con la finalidad de desarrollar las estrategias de solución que permitan alcanzar el objetivo del estudio. Asimismo, se desarrollará un análisis de las distintas causas en función a una matriz de priorización para distribuir de manera eficiente los recursos limitados de la organización. Es preciso indicar que este capítulo no tiene como finalidad el desarrollo de soluciones, sino se presentarán exclusivamente las causas identificadas y el nivel de importancia de cada una de estas.

3.1 Causas Identificadas

El análisis de identificación de causas se ha realizado empleando la herramienta de espina de pescado o Ishikawa, la cual propone una metodología práctica y sencilla, que se adapta a distintos escenarios para identificar las causas probables de un problema principal (Burgasí et al., 2021). Para este análisis, el paso inicial contempla la definición de los ámbitos de evaluación, a partir de los cuales se profundiza en búsqueda de las causas iniciales o causas raíz. Este análisis ha considerado los siguientes ámbitos: Finanzas, Capacidad de consumo, Proveedor de energía, Características de energía, y Operaciones.

Dentro del campo de finanzas, se ha identificado como causa directa el requerimiento de inversión necesario para el acceso a fuentes de energía eléctrica con precios de suministro inferiores a US\$ 70/MWh. Cuando se ahonda en el análisis, se verifica que las causas iniciales o raíz de una ausencia de recursos monetarios o financiamiento para el desarrollo de infraestructura que permita abastecer de energía a Tecnomine, radica en el alto riesgo vinculado a las operaciones con activos digitales, vinculado a la volatilidad del BTC.

Con respecto al ámbito capacidad de consumo, se verifica que la principal causa que limita a Tecnomine para acceder a fuentes de suministro eléctrico con mejores condiciones comerciales, radica en el hecho de que el consumo actual de la organización no supera el umbral de 200 kW de potencia al año. Como se mencionó en el Capítulo I, esta cifra establece el valor de referencia a partir de lo cual una organización puede ser considerado cliente libre del mercado eléctrico, o cliente regulado. En este caso, el consumo actual representa una barrera para poder acceder a mejores condiciones comerciales que debe ser evaluado en el siguiente Capítulo.

Por otro lado, en el campo vinculado al proveedor de energía se identificó que la capacidad instalada está limitada a 45 kW, ya que existe una restricción de infraestructura eléctrica propia del complejo industrial. En caso de que Tecnomine requiera incrementar su capacidad instalada, se deberá de hacer inversiones en infraestructura para la ampliación de las redes eléctricas de suministro. En esta misma línea de análisis, debido a que la planta de Tecnomine se encuentra dentro de un complejo industrial, el suministro eléctrico se realiza exclusivamente a través del administrador del complejo. En este sentido, existe un grado alto de dependencia y un bajo poder de negociación para el suministro del principal recurso para la minería de criptomonedas.

Otro de los ámbitos analizados está vinculado a las características de la energía, específicamente vinculado a los precios y la calidad del suministro. En este escenario se verifica que los precios disponibles para el mercado eléctrico regulado son no competitivos para las operaciones de minería de activos digitales. Ello se debe principalmente debido a que las tarifas de transmisión y distribución incrementan el costo final sustancialmente, y dentro del marco del mercado regulado no es posible negociar el precio de generación de energía por lo cual las tarifas son establecidas por el ente regulador necesariamente.

A partir de las causas presentadas en esta sección, se realizará una priorización de éstas. Esta priorización está basada en un análisis de complejidad *versus* el potencial beneficio para verificar qué causas deben de ser atendidas de manera prioritaria para optimizar los recursos de Tecnomine a la vez que se maximiza el beneficio. En la siguiente sección, se mostrará la matriz de priorización para facilitar el desarrollo de las estrategias de atención.

3.2 Matriz de Priorización Causa-Raíz

El análisis de priorización de las causas identificadas se realiza empleando una Matriz de Complejidad – Beneficio y la metodología de juicio de expertos para evaluar las dos variables definidas. La primera variable está vinculada a la complejidad de atender la causa, y la segunda sobre el beneficio que podría obtenerse una vez resuelta, las cuales han sido evaluadas de manera conjunta entre los miembros del equipo de trabajo y a los representantes de Tecnomine, tal como se realizó en la evaluación de diagnóstico para definir al problema principal. Vale la pena indicar que previo a la evaluación cualitativa, se establecieron cuatro niveles de priorización: muy bajo, bajo, medio y alto, los cuales serán identificados por los colores rojo, naranja, amarillo y verde, respectivamente. En la Figura 26 se muestra la matriz en cuestión.

Figura 26*Matriz de Complejidad vs Beneficio - Evaluación de Causas*

Matriz Complejidad - Beneficio			Beneficio				
			Casi Nulo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
			1	2	3	6	7
Complejidad	Casi Nula	5	5	10	15	30	35
	Baja	4	4	8	12	24	28
	Media	3	3	6	9	18	21
	Alta	2	2	4	6	12	14
	Muy Alta	1	1	2	3	6	7
				Infraestructura eléctrica actual limita la expansión de las operaciones	Rubro vinculado a riesgo alto limita financiamiento	Solo un proveedor de suministro eléctrico disponible	
						Tarifas transmisión y distribución incrementan el costo de energía eléctrica	Consumo actual no supera umbral 200kW
							Volatilidad del BTC

Nivel de priorización	Rango
Muy bajo	[1 - 5]
Bajo	[6 - 8]
Medio	[9 - 15]
Alto	[16 - 35]

Nota: Se muestran los resultados del análisis de complejidad y beneficio potencial realizado por el equipo de trabajo. Los colores muestran la priorización para el desarrollo de estrategias para atender las causas identificadas.

Como se mencionó anteriormente, para optimizar el uso de recursos de Tecnomine, el presente estudio se enfocará en desarrollar estrategias que atiendan las causas calificadas con un nivel de prioridad media y alta. En este sentido, el siguiente capítulo se enfocará en presentar alternativas de solución para atender a las siguientes Causas - Raíz (CR):

- CR-1: Tarifas de transmisión y distribución incrementan el costo de la energía eléctrica.
- CR-2: Único proveedor de suministro eléctrico disponible.
- CR-3: Consumo actual no supera el umbral de 200kW de potencia anual.
- CR-4: Rubro vinculado a riesgo alto limita las fuentes de financiamiento.



Capítulo IV: Alternativas de Solución

4.1. Alternativas de solución identificadas

Tomando en consideración el análisis realizado en el capítulo previo, se van a presentar las alternativas de solución para atender a las causas raíz que están vinculadas al problema principal definido en el Capítulo II. Para fines prácticos se ha realizado la asociación de causas raíz basados en sus características, ya que una misma alternativa de solución podría atender dos o más causas raíz. A continuación, se muestra las alternativas de solución planteadas y la vinculación con las causas raíz.:

- Alternativa N° 1: Modularizar la operación de minería de BTC para flexibilizar la expansión hacia fuentes de suministro de energía eléctrica con precios inferiores a US\$70/MWh.
 - CR-1: Tarifas de transmisión y distribución incrementan el costo de la energía eléctrica.
 - CR-2: Único proveedor de suministro eléctrico disponible.
 - CR-3: Consumo actual no supera el umbral de 200kW de potencia anual.
- Alternativa N° 2: Evaluar financieramente el proyecto modular de minería de BTC para determinar el nivel de riesgo de la operación.
 - CR-4: Rubro vinculado a riesgo alto limita las fuentes de financiamiento.

4.1.1. Alternativa N° 1: Modularizar la Operación de Minería de BTC para Flexibilizar la Expansión hacia Fuentes de Suministro de Energía Eléctrica con Precios Inferiores a US\$ 70/MWh

Debido a que las instalaciones actuales de Tecnomine tiene una restricción de capacidad de energía eléctrica para expandir la operación de minería digital, además de que el suministro de

energía eléctrica está dominado por un solo proveedor, se propone modularizar las operaciones con la finalidad de flexibilizar el acceso a suministro eléctrico con condiciones comerciales óptimas. Ello con el objeto de poder acceder a precios competitivos, incrementar la disponibilidad de capacidad, eliminar la dependencia con un único proveedor, e incrementar la confiabilidad del sistema mediante la diversificación del suministro.

En este sentido, el proyecto propuesto contempla el desarrollo de una planta de minado modular instalada dentro de un contenedor metálico convencional de 20 pies de longitud, para alojar un aproximado de 548 unidades ASIC. Tomando en consideración que el consumo nominal de un ASIC Antminer S19j Pro es de 3,300 watts, de acuerdo con las especificaciones del fabricante (*BitMain AntMiner S19jPro (110TH) Profitability / ASIC Miner Value*, s. f.), la configuración propuesta requeriría un suministro eléctrico de como mínimo 1.8MW. En este sentido, el proyecto a evaluar deberá de tener por diseño una capacidad de 2MW. En la siguiente imagen se muestra un esquema de la alternativa propuesta:

Figura 27

Planta Modular para el Minado de BTC



Nota. Se muestra un ejemplo de una planta modular para el minado de BTC montado sobre un contenedor de 40 pies. Tomado de EZ Blockchain, 2023.

Esta alternativa proporciona una opción para que Tecnomine pueda expandir su capacidad de minado, pero también le permitiría contar con un producto que puede ser comercializado con potenciales inversionistas que estén interesados en desarrollar operaciones de minería propias. Ahora, cabe mencionar que el desarrollo modular solo es la primera etapa de esta alternativa, ya que se deberá de incluir dentro de la propuesta planteada el suministro eléctrico. Para este caso, se evaluará en primera instancia la posibilidad de generación eléctrica a partir de gas natural como parte del proyecto, y en segunda instancia la suscripción de un acuerdo de compra de energía (PPA) dado que, por el nivel de consumo propuesto, es posible acceder al mercado libre de electricidad.

Generación Eléctrica con Gas Natural y Respaldo de Conexión al SEIN. Como se detalló en las secciones 1.3.13.2 y 1.3.13.3, una posibilidad para el suministro eléctrico es incluir dentro de los proyectos industriales la posibilidad de autoabastecimiento de electricidad mediante la generación eléctrica. Para el caso específico de Tecnomine, se propone desarrollar dentro del proyecto modular de minería de activos digitales, un sistema de generación a partir de gas natural de 2MW de capacidad. Ello debido a que este recurso está disponible en las principales zonas industriales de Lima y Callao a través de un sistema confiable de redes de distribución, operadas por la empresa Cálidda, y que el precio de este recurso está regulado por el estado, eliminando el riesgo de la volatilidad del mercado internacional.

Para este caso, se deberá de tener en consideración que debido a que la potencia instalada requerida es superior a los 500kW establecidos en la normativa de referencia, tal como se mencionó en la sección 1.3.13.2, el proyecto requiere completar los procesos administrativos de

autorización previo al desarrollo de este. Este factor deberá de ser considerado dentro del análisis, ya que este tipo de trámites, dependiendo de la complejidad, pueden ser bastante extensos y consumir recursos significativos para poder llevarse a cabo, afectando el despliegue de los proyectos.

Con respecto al tipo de sistema de generación eléctrica, se tomará como referencia el sistema C2000N6CD de la marca Cummins, quienes tienen representación dentro del Perú. Este sistema tiene una capacidad de generación nominal de 2MW en corriente continua (DC), una eficiencia de generación del 43.5% a partir de la combustión de gas natural de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante. La ficha técnica y la proforma de referencia puede ser consultadas en el Apéndice D. Es preciso indicar que dentro del análisis financiero se deberá incluir además del CAPEX, el OPEX vinculado a las rutinas de mantenimiento requeridas para mantener al sistema en óptimas condiciones.

Por otro lado, otro punto a considerar dentro de esta alternativa es la disponibilidad del abastecimiento eléctrico para la operación de minado, ya que estos equipos suelen tener ratios de operación cercanos al 100%. En este sentido, el sistema de generación eléctrica seleccionado deberá considerar un mecanismo de respaldo para sostener a la operación de minado durante las rutinas de mantenimiento del sistema de generación y para contingencias de paros imprevistos. Para ello, se propone incluir dentro del proyecto una conexión a la red del SEIN como respaldo, ya que la opción de incluir sistemas de redundancia para la generación eléctrica incrementa sustancialmente el CAPEX y OPEX, y por ende requiere mayor financiamiento.

En la misma línea, el respaldo del suministro eléctrico a través del SEIN deberá de realizarse a través de un acuerdo de compra de energía (PPA), ya que la capacidad requerida para el proyecto modular sobrepasa el límite establecido para el mercado regulado. En este sentido, se

puede aprovechar las ventajas del mercado libre para obtener condiciones comerciales más beneficiosas que las ofrecidas en el mercado regulado, lo cual incluye la posibilidad de negociación de las tarifas de generación, pero también la posibilidad de evitar la tarifa de distribución de baja tensión, la cual representa cerca al 22% de la tarifa eléctrica residencial. En la Figura 28 se muestra la composición de la tarifa eléctrica residencial en el Perú.

Figura 28

Desglose de la Tarifa Eléctrica Residencial en el Perú

Residential Structure Tariff	
Generation	51.7%
- Capacity	11.3%
- Energy	40.4%
Transmission	19.4%
- Main transmission	7.5%
- Secondary transmission	5.2%
- Additional charges	6.7%
Distribution	28.9%
- Distribution Added Value MV	6.6%
- Distribution Added Value LV	22.2%
Total	100.0%

Nota. La figura muestra la tarifa eléctrica residencial desglosada por cada componente de la cadena de valor del mercado eléctrico peruano: generación, transmisión y distribución. Tomado de “La Industria del Gas Natural del Perú a Diez Años del Proyecto Camisea” por Tamayo et al., 2014, Osinergmin.

Con el fin de evitar la tarifa de distribución de baja tensión, la cual está indicada como “*Distribution Added Value LV*” en la Figura 28

Desglose de la Tarifa Eléctrica Residencial en el Perú, se requiere de un transformador eléctrico de potencia, para convertir la electricidad de alimentación de media tensión (usualmente de 10,000 volts), a un nivel de tensión de 220 volts para ser empleada en los ASIC y equipos de

enfriamiento. Asimismo, se deberá incluir la construcción de una subestación eléctrica acorde con la potencia requerida (2MW), para gestionar el suministro en media tensión, realizar la transformación y despachar la electricidad en baja tensión. Los costos de CAPEX y OPEX relacionados a este requerimiento deberán de ser considerados dentro de la evaluación financiera.

Suscripción de un Acuerdo de Compra de Energía (PPA). Una opción similar para el abastecimiento del proyecto modular, está relacionada a la posibilidad de ser abastecido directamente desde el SEIN bajo el mismo esquema propuesto para brindar energía de respaldo al sistema de generación eléctrica explicado en el punto anterior. Basados en el artículo 2 de la LCE, se propone acceder al mercado libre de electricidad para la compra de energía y potencia a través de un contrato con un suministrador (Generador o Distribuidor), el cual no está sujeto a la regulación de precios, por lo cual el precio de la electricidad es fijado entre las partes.

Cabe mencionar que las tarifas y compensaciones por el uso de las instalaciones (redes) de transmisión y/o distribución son reguladas por OSINERGMIN, motivo por lo cual no están sujetas de a la libre negociación de precios. En este sentido, como ya se mencionó anteriormente, la negociación de tarifas sólo puede darse en la componente de generación eléctrica. En el Apéndice E se muestra un resumen de los acuerdos de compra de energía (PPA) suscritos en los últimos años para requerimientos de potencia similares a los establecidos para el proyecto modular. A partir de dicha información, se puede establecer un precio base de energía de US\$ 35/MWh, el cual está sujeto a un ajuste de precios periódico también fijado por contrato. A partir de esta información, se realizó un comparativo para identificar las diferencias entre el mercado libre y el mercado regulado para el proyecto modular de 2MW de potencia con un factor de carga del 95%. En la Tabla 5 se muestran los resultados.

Tabla 5*Análisis Comparativo Entre Tarifas Eléctricas para el Mercado Regulado Vs Mercado Libre*

Potencia	2 000	KW
Fc: Factor de carga	0.95	
Energía	1 368 000	kWh
Tarifa Regulada	98.69	USD/MWh
Tarifa Libre	35	USD/MWh
PPM: Precio de la Potencia de Punta a Nivel		
Generación	21.77	S//KW-Mes
PCSPT: Peaje Complementario Sistema Principal de Transmisión	36.929	S//KW-Mes
PCSST: Peaje Complementario Sistema Secundario de Transmisión (AD 7 y 15)	5 3818	ctm S/ /kWh
VAD: Valor Agregado de Distribución	14.06	S/ /Kw-Mes
Tipo de Cambio	3.589	

	Usuario Regulado	Usuario libre
Componente Generación	\$ 146 533.46	\$ 59 404.94
Potencia	\$ 11 524.94	\$ 11 524.94
Energía	\$ 135 008.53	\$ 47 880.00
Componente Transmisión	\$ 19 550.04	\$ 19 550.04
PCSPT	\$ 19 550.04	\$ 19 550.04
Componente Distribución	\$ 27 956.82	\$ 27 956.82
PCSST	\$ 20 513.52	\$ 20 513.52
VAD	\$ 7 443.30	\$ 7 443.30
Total (US\$)	\$ 194 040.32	\$ 106 911.80

Nota. La tabla muestra un análisis comparativo de costos para una operación de 2MW de potencia con un factor de carga del 95% en el mercado regulado versus mercado libre con una tarifa de generación negociada en US\$ 35/MWh.

De los resultados mostrados en la Tabla 5, se muestra claramente que la diferencia entre las tarifas estimadas tanto para el mercado regulado y libre es bastante amplia, siendo hasta un 45% más barata para la tarifa MT3 en Lima Sur. Esto debido exclusivamente a que la componente de generación es inferior para los usuarios libres, ya que la tarifa puede ser negociada, mientras que el resto de los componentes (transmisión y distribución) se mantienen

en ambos escenarios. Esta alternativa deberá de ser contrastada contra la opción de generación eléctrica a partir de gas natural planteada en la sección 4.1.1.1, con el objeto de evaluar cuál de las dos opciones presenta mayores beneficios para la propuesta de la expansión del negocio a partir de la implementación de los proyectos de minería modular.

4.1.2. Alternativa N° 2: Evaluación Financiera para Determinar el Nivel de Riesgo de la Operación de Minería de Activos Digitales

Como se mencionó en el Capítulo III, existe una limitación de fuentes de financiamiento para el desarrollo de proyectos vinculados a la actividad con activos digitales, que incluye a la atracción de inversores. Ello se debe principalmente a la volatilidad inherente a los activos digitales, pero también al desconocimiento del sector. En este sentido, la alternativa propuesta tiene el objetivo de, a partir de información histórica de los precios del BTC, se realice una evaluación financiera que permita determinar la probabilidad de que el punto de equilibrio de la operación de minería de BTC propuesta en la sección 4.1.1. se encuentre por debajo de su cotización.

En línea con el punto anterior, en la medida que Tecnomine pueda minimizar el punto de equilibrio de la operación, la probabilidad de que los proyectos de inversión tengan éxito se incrementará y por ende el riesgo financiero sería mitigado. Para este fin, se propone realizar un análisis de sensibilidad y pruebas de estrés incluyendo a la variable del precio nominal del BTC en términos de dólares americanos (US\$); así como, incluir el precio de la energía eléctrica (US\$/MWh) disponible en el mercado. Es importante mencionar que el análisis propuesto deberá de contemplar a las propuestas incluidas en los puntos 4.1.1 y 4.1.2. Los resultados de la evaluación financiera se presentarán en la siguiente sección.

4.2. Evaluación de las Alternativas de Solución

4.2.1. Análisis Financiero

Con la finalidad de determinar la alternativa de solución más adecuada para atender la problemática planteada en las secciones anteriores, se procedió a realizar una evaluación financiera de las opciones presentadas para llevar a cabo el proyecto de minería de activos digitales. En este sentido, se realizó la proyección de flujos de caja libre de cada alternativa para un horizonte de 10 años con la finalidad de obtener el valor presente neto de cada opción. Este periodo de evaluación fue definido en base del tiempo de operación estimado por el fabricante para el motor de combustión interna del sistema de generación antes de un mantenimiento mayor (*overhaul*), el cual está estimado en 75,000 horas, lo cual es equivalente a 120 meses.

Asimismo, es preciso indicar que debido a la volatilidad de los precios del BTC el enfoque elegido para realizar la comparación de las opciones es el punto de equilibrio de cada proyecto. Por ello, la evaluación financiera estará centrada en hacer un cálculo inverso para determinar el valor al que debería de cotizarse BTC en un momento determinado para que el proyecto deje de generar valor, es decir el precio del BTC que origina un valor presente neto igual a cero. Bajo este método la mejor alternativa estará determinada por aquella que presente el punto de equilibrio menor, es decir el cual muestre una cotización US\$/BTC requerida menor.

Este mismo enfoque será utilizado para el análisis de sensibilidad para determinar el rango de cotización US\$/BTC al cual la operación de minería es segura. En otras palabras cuando la operación genera valor para los accionistas. En la siguiente sección se detallarán los supuestos tomados en consideración para el análisis financiero.

4.2.2. Supuestos Requeridos para el Análisis Financiero

Para poder desarrollar el análisis financiero de la implementación de las alternativas planteadas en las secciones anteriores, se ha tomado en consideración algunas premisas necesarias para la ejecución de las simulaciones de las tres opciones de solución planteadas, las cuales están diferenciadas principalmente por la fuente de energía que alimenta al proyecto de minería de BTC. Es preciso mencionar que en cada opción se evalúan los flujos del costo de energía y su impacto en el flujo de efectivo del proyecto. A continuación, se presentan las opciones evaluadas:

- **Opción N° 1:** Generación eléctrica a partir de gas natural considerando tarifas de cliente industrial de Cálidda con respaldo en el SEIN.
- **Opción N° 2:** Generación eléctrica a partir de gas natural considerando tarifas de generador de Cálidda con respaldo en el SEIN.
- **Opción N° 3:** Suscripción de un acuerdo de compra de energía (PPA).

Es preciso notar que las opciones 1 y 2 son similares por el hecho de que ambos producen electricidad a través del gas natural; sin embargo, existe una diferencia marcada en la tarifa de gas natural. En el primer caso, al ser calificado como cliente industrial, la tarifa del gas natural establecida es superior a la que se tiene disponible para los usuarios que obtienen la clasificación de generador eléctrico, la cual corresponde a la opción 2. Asimismo, es preciso mencionar que el análisis financiero incluirá dos etapas para la proyección de los flujos de caja, la primera vinculada exclusivamente a lo concerniente con la generación eléctrica, y la segunda estará enfocada en la minería de BTC.

Por el contrario, en el caso de la opción 3, al plantear la posibilidad de ser abastecidos directamente del SEIN, la etapa de generación eléctrica se hace prescindible, por lo cual el análisis se simplifica. En este caso, solo se evalúa el flujo de caja de la etapa de minería de BTC, tomando como input un precio de generación de US\$ 35/MWh, y adicionando las tarifas de transmisión y distribución correspondientes, tal como se mostró en la Tabla 5 incluida en la sección previa. Esto se haría mediante la suscripción de un contrato de energía (PPA).

Con respecto a la potencia requerida para el proyecto, se estableció un mínimo de 2MW en función al dimensionamiento del proyecto modular de minado y se considera un horizonte de evaluación del proyecto de 10 años en función de la vida útil de los equipos de generación. Con respecto a la ubicación geográfica, se plantea como locación inicial el área industrial de Villa María del Triunfo y Villa El Salvador ubicados en Lima Metropolitana. En estas áreas se tiene acceso al suministro directo a las redes de gas natural de Cálidda, se cuenta con líneas de distribución eléctrica en media tensión y los parámetros del sector permiten el desarrollo de complejos industriales.

Con respecto a los costos principales, se tomó como referencia el precio de un equipo de generación Cummins C2000N6D, el cual fue obtenido a través del representante local de la marca en Perú. De igual manera, para la referencia del costo de los ASIC, se tomó como referencia los costos indicados en la *web* de la empresa Bitmain (BITMAIN, s. f.) para el modelo S19jPro y se incluyó un porcentaje adicional para cubrir los costos de transporte, nacionalización, gastos administrativos y margen de utilidad de Tecnomine. Es preciso mencionar que se consideró un total de 548 ASIC, el costo del contenedor, el equipamiento eléctrico y electrónico y los sistemas de ventilación forzada.

Asimismo, como parte del análisis se identificaron las variables que impactan significativamente en la evaluación financiera, las cuales se detallan a continuación: a) Precio promedio anual del BTC, b) Tarifa del gas natural, c) Precio de la energía eléctrica, y d) CAPEX requerido. Para las variables b), c) y d) se tomó en consideración los precios y tarifas vigentes al año 2023 y se proyectaron para los años futuros tomando en consideración un factor de inflación. Para el caso de la variable a), se realizó una estimación del precio futuro del BTC, a partir de una evaluación de datos históricos del precio del BTC entre los años 2021 y 2023 (Yahoo Finance, s.f.).

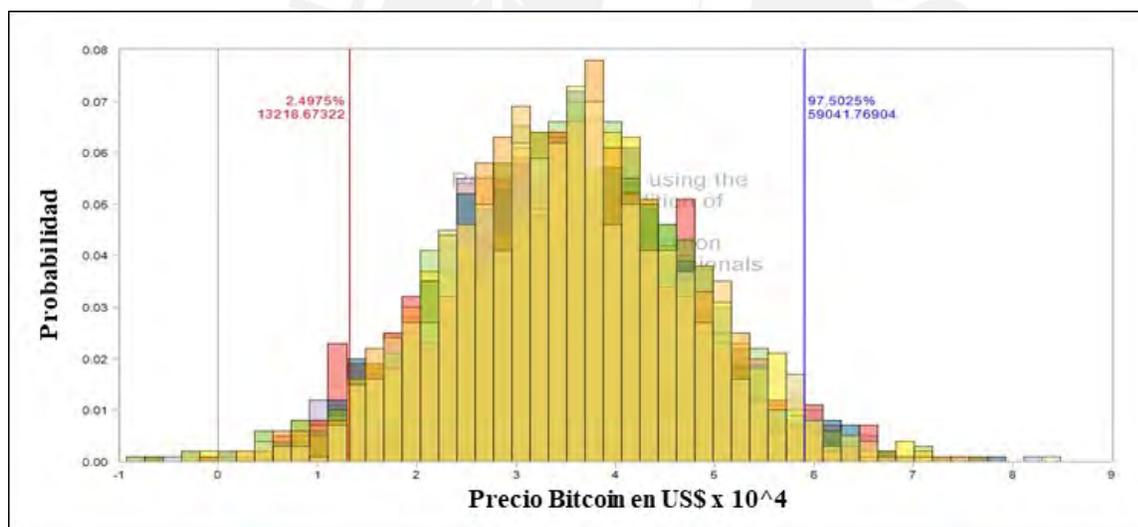
Continuando con el punto anterior, para realizar la estimación del precio del BTC, se calculó el promedio mensual del valor de apertura del BTC y se realizaron las pruebas de normalidad Shapiro, Anderson-Darling y Kolmogorov-Smirnov con la finalidad de verificar si se ajusta al comportamiento de una distribución normal, obteniendo los siguientes resultados:

- En la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk el valor de “*p-value*” obtenido es 0.1026, el cual al ser mayor que 0.05 indicaría que el conjunto de datos se ajusta al comportamiento de una distribución normal.
- En la prueba de normalidad de Anderson-Darling el valor de “*p-value*” obtenido es 0.1026; el cual al ser mayor que 0.05 indicaría que el conjunto de datos se ajusta al comportamiento de una distribución normal.
- En la prueba Kolmogorov-Smirnov se obtuvo un valor de “*p-value*” de $2.2e-16$, el cual es menor que 0.05 y por lo tanto indicaría que el conjunto de datos no se ajusta al comportamiento de una distribución normal.

Dada la contradicción de la última prueba respecto a las dos primeras, se ha optado por considerar que los valores futuros del BTC se comportan como una curva normal para fines de la evaluación financiera de este estudio. Sin embargo, queda a consideración de futuras investigaciones realizar nuevas validaciones de normalidad empleando datos en un rango de tiempo más amplio, o validar el ajuste del comportamiento de los datos con una curva que tenga un mejor ajuste. En este sentido, para fines exclusivos de este análisis, se asume que el comportamiento del precio del BTC para los próximos 10 años estará acorde con lo mostrado en la Figura 29.

Figura 29

Valor Estimado del BTC en US\$ en el Periodo 2024-2033



Nota. Se muestra la simulación del comportamiento del precio del BTC considerando un comportamiento normal.

Tabla 6

Evaluación del Valor Estimado del BTC en US\$ Según Nivel de Confianza

Límite inferior	Límite superior
Nivel de confianza 95%	
2.50%	97.50%
\$10,689	\$58,884
Nivel de confianza 90%	
5.00%	95.00%
\$14,684	\$54,869
Nivel de confianza 80%	
10.00%	90.00%
\$19,073	\$50,222

Nota. Se muestra el precio estimado para BTC en función a los resultados de la simulación realizada para el periodo 2024 – 2033 para distintos niveles de confianza.

Para el caso de la tasa de descuento empleada para el análisis, se optó por la metodología del costo promedio ponderado de capital (WACC). Asimismo, debido a que los escenarios plantean dos etapas diferenciadas, generación eléctrica y el proceso de minado de BTC, se realizó el cálculo de dos tasas de descuento para realizar el análisis de los flujos de caja de manera separada. Para el cálculo del WACC de la empresa de generación de energía eléctrica, se aplica el factor beta desapalancado que se utiliza para proyectos del sector de Energía Eléctrica, mientras que para el proyecto modular de minería se consideró el valor sugerido para el sector de *Software - System&Application*, dado que se trata de un proyecto de tecnología, ambos obtenidos de la información proporcionada por Damodaran (Damodaran, 2023a).

En este sentido, para el cálculo de la tasa libre de riesgo (R_f), se tomó como referencia la tasa de rendimiento a 10 años de los bonos soberanos del tesoro de los Estados Unidos (MacroTrends, s.f.). El resultado de las tasas WACC calculadas para cada escenario se muestra en la Tabla 7, mientras que el detalle del cálculo puede ser verificada en el Apéndice F:

Tabla 7

Tasa de descuento (WACC) para evaluación de los Escenario 1, 2 y 3

Tasa WACC	
Etapa de generación Escenario 1	10.67%
Etapa de generación Escenario 2	10.41%
Etapa de minería de BTC Escenarios 1, 2 y 3	15.65%

Nota. Se muestra la tasa calculada WACC para cada escenario. Es preciso indicar que los Escenarios 1 y 2 requieren ser evaluados en dos etapas, primero la etapa de generación eléctrica, y luego la etapa de minería de BTC.

Dada la inversión requerida en los diferentes escenarios, se considera la necesidad de apalancamiento financiero para llevar a cabo el proyecto. En este sentido, se realizó un análisis de las tasas de interés disponibles para empresas que operan en el rubro en cuestión, el cual ofrece un riesgo intrínseco alto debido a la volatilidad del precio del BTC. De este modo, las tasas de interés de referencia a nivel global para una empresa generadora a gas natural se estiman entre 5% y 6% (NREL, 2021) y para una empresa de minería digital se considera entre 7.5% y 13% (Gold, 2022).

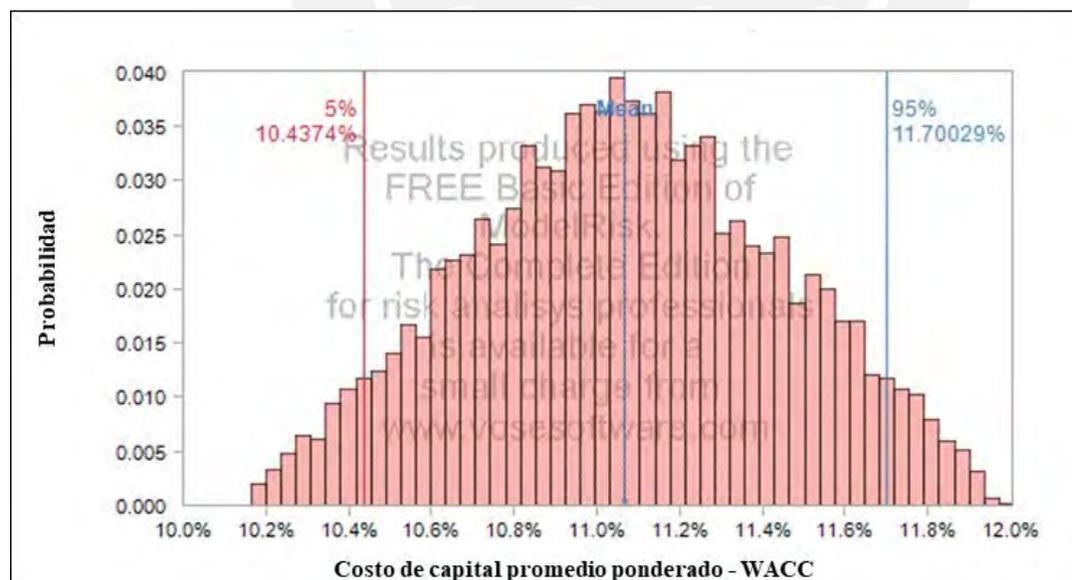
Sin embargo, dado que las tasas de referencia mostradas en el párrafo anterior no están disponibles en el mercado financiero local, se ha optado por emplear las tasas de interés de referencia publicadas por la Superintendencia de Banca y Seguros para medianas empresas. En

este sentido, el análisis financiero contemplará tasas de interés dentro del rango de 14.8% y 19.66% (Superintendencia de Banca y Seguros, s.f.).

Asimismo, para estimar el incremento de precios debido al factor inflacionario para los costos del gas natural, la electricidad, y los distintos costos operativos, se estimó que la tasa de inflación podría fluctuar entre 2.02% y 2.91% (Statista, 2023). En el caso del primer y segundo escenario, se considera el costo del gas natural a partir del tarifario de precios de gas natural vigente a la fecha (Cálidda, 2024), tanto como cliente industrial como generador eléctrico. A partir de lo mencionado en los párrafos anteriores, se procedió a realizar la simulación de las tasas de descuento (WACC) posibles partiendo como datos variables la tasa de interés y la tasa de inflación esperada, ya que dependerá del evaluador establecer estos parámetros. En las siguientes figuras se muestran los resultados de las simulaciones realizadas:

Figura 30

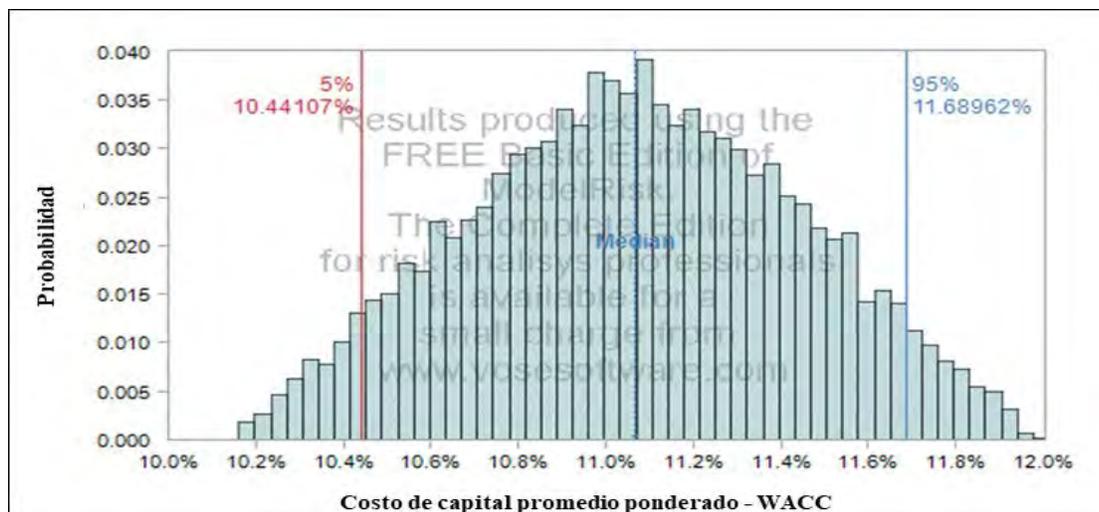
Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 1



Nota. Se muestra los resultados simulados del WACC para la etapa de generación eléctrica del escenario 1.

Figura 31

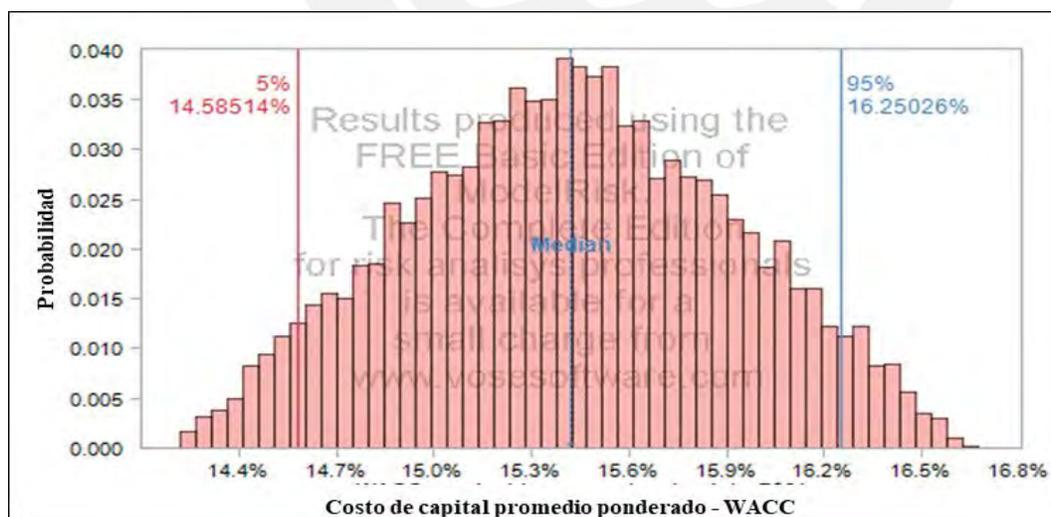
Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 2



Nota. Se muestra los resultados simulados del WACC para la etapa de generación eléctrica del escenario 2.

Figura 32

Costo de Capital Promedio Ponderado WACC Escenario 3



Nota. Se muestra los resultados simulados del WACC para la evaluación del proyecto modular de minería de BTC, el cual aplica para los escenarios 1, 2 y 3.

Este modelo de estimación del WACC fue incorporado dentro del modelo de evaluación financiera completa con la finalidad de considerar las posibles variaciones de los parámetros que el evaluador pueda considerar.

4.2.3. Definición de Costos de Energía para los Escenarios 1, 2 y 3

Escenarios 1 y 2: Generación Eléctrica con Gas Natural y Respaldo de Conexión al SEIN. Este escenario presenta dos variantes diferenciadas principalmente por el tipo de cliente con respecto al gas natural. Como se mencionó en el Capítulo I, la disponibilidad de gas natural es aprovechada por la industria para utilizar este recurso como insumo para la generación eléctrica; sin embargo, la diferencia entre un usuario industrial y un usuario calificado como generador eléctrico es significativa en términos del precio del gas natural para cada uno de los casos.

Para el caso de generación eléctrica como usuario industrial (escenario 1), se partió de un costo de US\$ 6.95/MMBtu para el año 1 (Tabla 8), mientras que para el escenario 2, en el cual el cliente es calificado como generador eléctrico, el costo del gas natural se reduce a US\$ 4.87/MMBtu (Tabla 9), una diferencia de 30% entre tarifas. Es preciso indicar que, si bien la opción 2 presenta un mayor costo relacionado a la gestión administrativa y permisos para ser considerado cogenerador antes del inicio del proyecto, la tarifa reducida presenta beneficios significativos en los costos de producción eléctrica durante el ciclo de vida del proyecto.

Tabla 8

Escenario 1 – Estimación de Costo Anual para Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario Industrial

Costo Gas Natural	
Costo Gas Natural boca de pozo Cálidda Tarifa C	6.9561 U\$/MMBtu
Precio medio Gas	0.5147 S//m3
TX	0.2137 S//m3
Fise	0.0081 S//(m3/día)
CFC CFV	0.7281 S//(m3/día)
CVD	0.1889 S//m3
Precio medio de gas y costo medio de transporte	S/ 213 752.9
Tarifa distribucion (Cfijo)	S/ 7 904.67
Tarifa distribucion (variable)	S/ 54 816.81
Tarifa total mensual	S/ 276 474.38
Tarifa total mensual	US\$ 77 033.82
Tarifa total anual	US\$ 924 405.86

Nota. Se muestra el costo del gas natural considerando generación eléctrica como cliente industrial convencional.

Tabla 9

Escenario 2 - Estimación De Costo Anual para Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario Generador

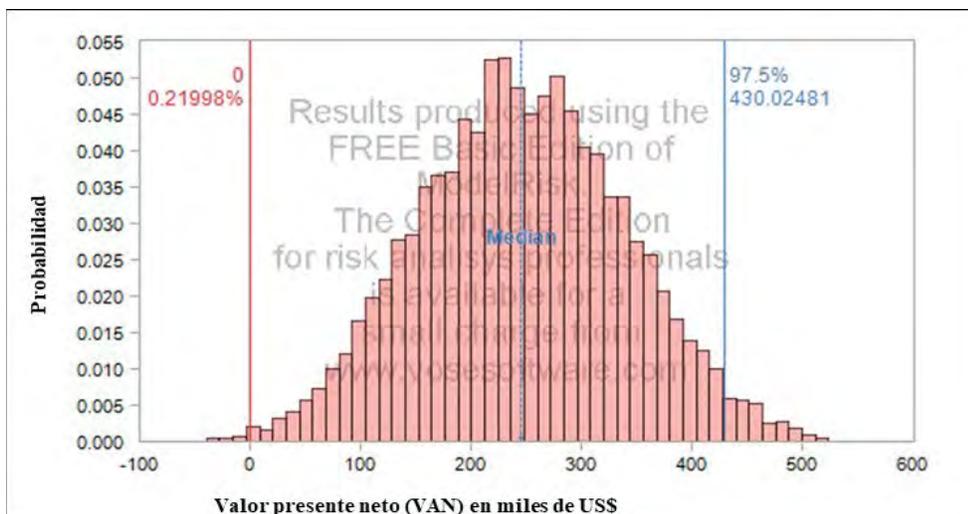
Costo Gas Natural cogenerador	4.8761 U\$/MMBtu
Precio medio Gas	0.2800 S//m3
TX	0.2137 S//m3
Fise	0.0081 S//m3
CFC	0.3168 S//(m3/día)
CFV	2.1907 S//(m3/día)
CVD	0.0824 S//m3
Precio medio de gas y costo medio de transporte	S/ 145 635.5
Tarifa distribucion (Cfijo)	S/ 24 254.72
Tarifa distribucion (variable)	S/ 23 914.89
Tarifa total mensual	S/ 193 805.1
Tarifa total mensual	US\$ 53 999.75
Tarifa total anual	US\$ 647 996.99

Nota. Se muestra el costo del gas natural considerando generación eléctrica como cliente generador.

A continuación, se evalúa el precio de venta de la energía eléctrica para el escenario 1 y 2, tomando en consideración los flujos de caja mostradas en las Figuras G1 y G3 incluidos en el Apéndice G. En ambos casos se considera el precio mínimo en el cual el VAN de las empresas generadoras es positivo. En la Figura 33 se observa el VAN para el escenario 1, considerando un costo de generación de US\$ 92/MWh. Por otro lado, en la Figura 34 se observa el resultado del VAN para el escenario 2, considerando un costo de generación de US\$ 72.2/MWh.

Figura 33

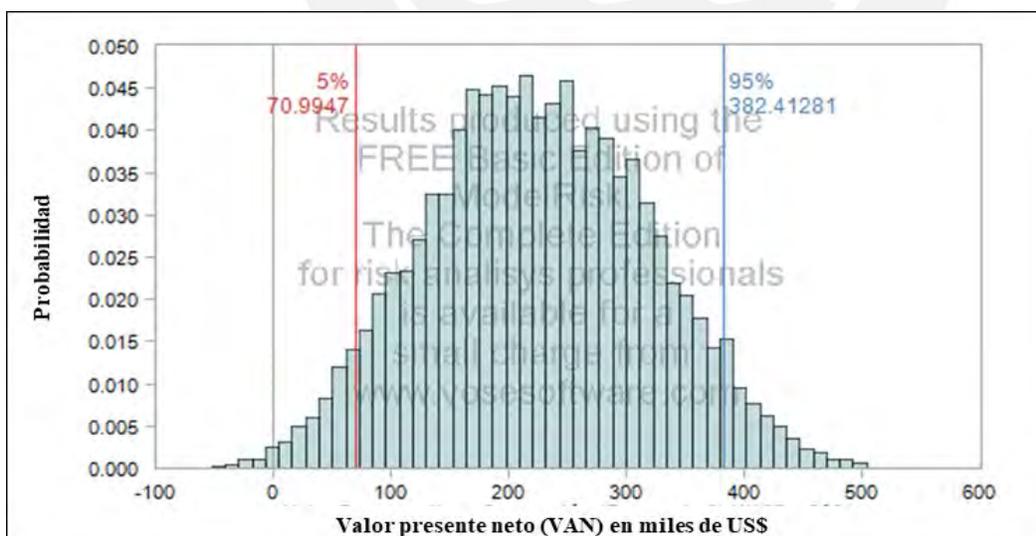
Resultados del Valor Presente Neto (VAN) para la Etapa de Generación del Escenario 1



Nota. Se muestran los resultados de la simulación del VAN para la etapa de generación eléctrica del escenario 1, considerando un costo de generación de US\$ 92/MWh.

Figura 34

Resultados del Valor Presente Neto (VAN) Para la Etapa de Generación del Escenario 2



Nota. Se muestran los resultados de la simulación del VAN para la etapa de generación eléctrica del escenario 2, considerando un costo de generación de US\$ 72/MWh.

Luego de determinar el costo de generación óptimo para ambos escenarios, se continuó con la evaluación de la etapa de minería de BTC tomando en consideración el costo energético mencionado anteriormente para cada uno de los casos. A partir de ello, se verifica que el escenario 2 es sustancialmente más provechoso que el escenario 1, presentando un valor de punto de equilibrio 38% menor para el caso del escenario 2. En este caso, los flujos de caja asociados fueron incluidos en las Figuras G2 y G3 en el Apéndice G.

Este resultado se presenta a pesar de que el escenario 2 requiere considerar costos adicionales para poder integrarse a la red del SEIN y conseguir la habilitación como cogenerador. Es preciso indicar que en ambas opciones se incluye el requerimiento de contar con una fuente eléctrica de respaldo para afrontar escenarios de mantenimiento programado de los equipos de generación; así como, para enfrentar contingencias posibles en el sistema. En el siguiente punto se procederá a evaluar el escenario que propone vincularse directamente al SEIN, sin la necesidad de generar energía eléctrica.

Escenario 3: Suscripción de un acuerdo de compra de energía (PPA). Para este escenario, se partió de un precio de generación eléctrica de US\$ 35/MWh, en función de lo detallado en la sección 4.1.1, y se añadieron las tarifas de los peajes correspondientes a los servicios de transmisión y distribución eléctrica. Adicionalmente, se incluyó el costo fijo de la componente del precio de generación que está vinculado a la potencia contratada. El desglose de las tarifas se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10*Desglose de Cargos de Tarifa Eléctrica Dentro de un PPA*

Tarifario			
Factor de carga (Fc)		0.95	
Potencia contratada mensualmente		1 349.81 Kw	
Tarifa Regulada		98.69 USD/MWh	
Tarifa Libre		35 USD/MWh	
PPM		21.77 S/ /KW-Mes	
PCSPT		36.929 S/ /KW-Mes	
PCSST (AD 7 y 15)		5.3818 ctm S/ / kWh	
PCSST (AD 7 y 15)		0.053818 S/ /kWh	
VAD		14.06 S/ /Kw-Mes	

	Usuario Regulado	Usuario Libre	
Componente Generacion	134 401.46	52 684.64	
Potencia	7 778.24	7 778.24	Costo Fijo
Energía	126 623.22	44 906.4	Costo Variable
Componente Transmision	13 194.43	13 194.43	
PCSPT	13 194.43	13 194.43	Costo Fijo
Componente Distribucion	24 263.04	24 263.04	
PCSST	19 239.52	19 239.52	Costo Variable
VAD	5 023.52	5 023.52	Costo Fijo
Costo Total por mes (US\$)	171 858.93	90 142.11	
Costo Total por año (US\$)	2 062 307.15	1 081 705.33	

Nota. Se muestra el desglose de los componentes de tarifas eléctricas incluyendo el precio de generación establecido en un PPA y los peajes de transmisión y distribución eléctrica.

En la Tabla 10 se incluyó de manera comparativa los costos para usuario regulado y libre para evidenciar los beneficios para los usuarios libres quienes están en la capacidad de negociar acuerdos de compra de energía (PPA). Como resultado, se observa que existe una reducción sustancial, logrando disminuir hasta un 60% el costo de generación para el caso del usuario libre. A partir de ello, se consideró una tarifa eléctrica de US\$ 97.63/MWh para la evaluación

financiera del escenario 3, tomando como base el flujo de caja mostrado en la Figura G5 del Apéndice G.

Es preciso indicar que luego de haber evaluado las tres opciones para el suministro eléctrico, en el cual se tomó en consideración todos los costos requeridos para llevar a cabo el proyecto dentro de un horizonte de 10 años, ningún escenario logra alcanzar una tarifa inferior a los US\$ 70/MWh, meta que fue planteada en la etapa de diagnóstico. Sin embargo, se puede considerar que las tarifas-objetivo estimadas pueden permitir el desarrollo de actividades de minería de activos digitales, manteniendo un rango amplio de operación segura. En este sentido, en la siguiente sección se procederá con el análisis de sensibilidad de los tres escenarios planteados para determinar cuál es la opción más adecuada para el desarrollo del proyecto.

4.2.4. Evaluación Financiera y Análisis de Sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad propuesto se utilizó el *software* “Model Risk”, para lo cual se realizó una simulación de 10,000 iteraciones. Como se mencionó anteriormente, para el modelado del comportamiento del precio del BTC en el horizonte planteado, se asume que este se comporta como una distribución normal, con un valor de desviación estándar (sigma) de US\$ 12,268.64 y con una media (mu) de US\$ 34,725.72. Asimismo, las tasas de interés de financiamiento y las tasas de inflación de Perú para el periodo en análisis, fueron modeladas como variables continuas de comportamiento triangular, teniendo la moda en su valor promedio. A partir de estos datos de ingreso, se evaluó la sensibilidad del valor actual neto (VAN) del proyecto con respecto a las variables antes descritas.

Resultados Simulación Escenario 1. En el primer escenario, se estableció como condición que el precio de venta de energía eléctrica para la etapa de generación del escenario 1 debe ser mayor a US\$ 92/MWh para obtener un VAN positivo durante la vida del proyecto, es

decir superar el punto de equilibrio. En este sentido, tomando en consideración que el objetivo principal no está centrado en la venta de energía, por lo cual la estrategia no es maximizar los ingresos de la etapa de generación, sino por el contrario minimizarlos para proporcionar un mayor margen para el proyecto de minería de BTC.

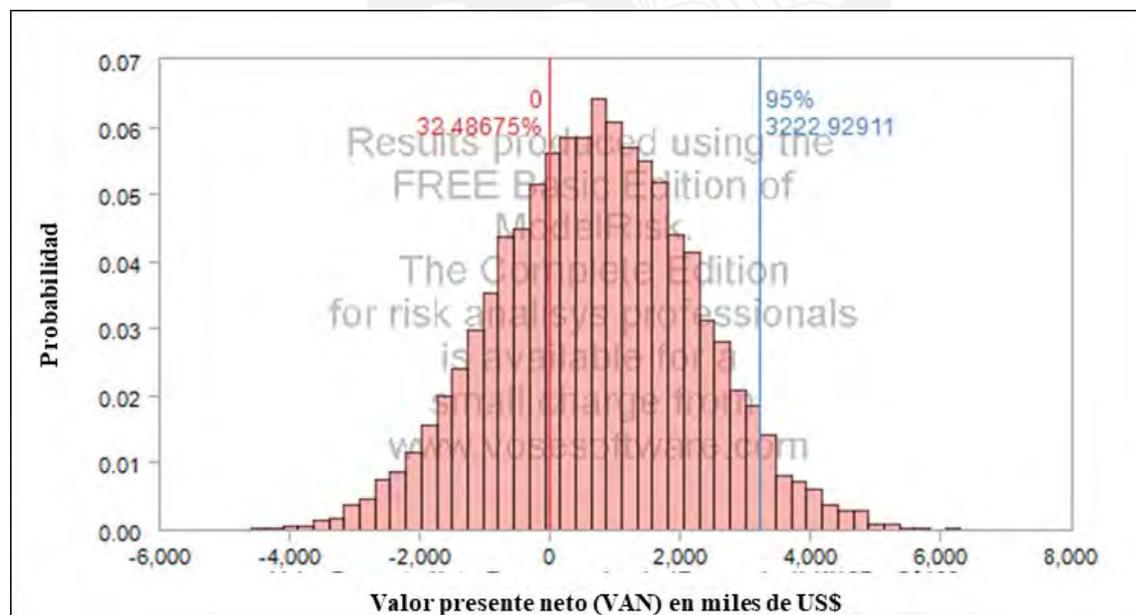
A partir de lo mencionado, la simulación consideró un precio de energía de US\$ 92/MWh, obteniendo como resultado un 67.52% de probabilidad de que el VAN sea positivo y un 50% de probabilidad de obtener un TIR superior al WACC, tal como se muestra en la Figura 35

Variación del VAN para el proyecto de minería de BTC – Escenario 1y Figura 36

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 1, respectivamente:

Figura 35

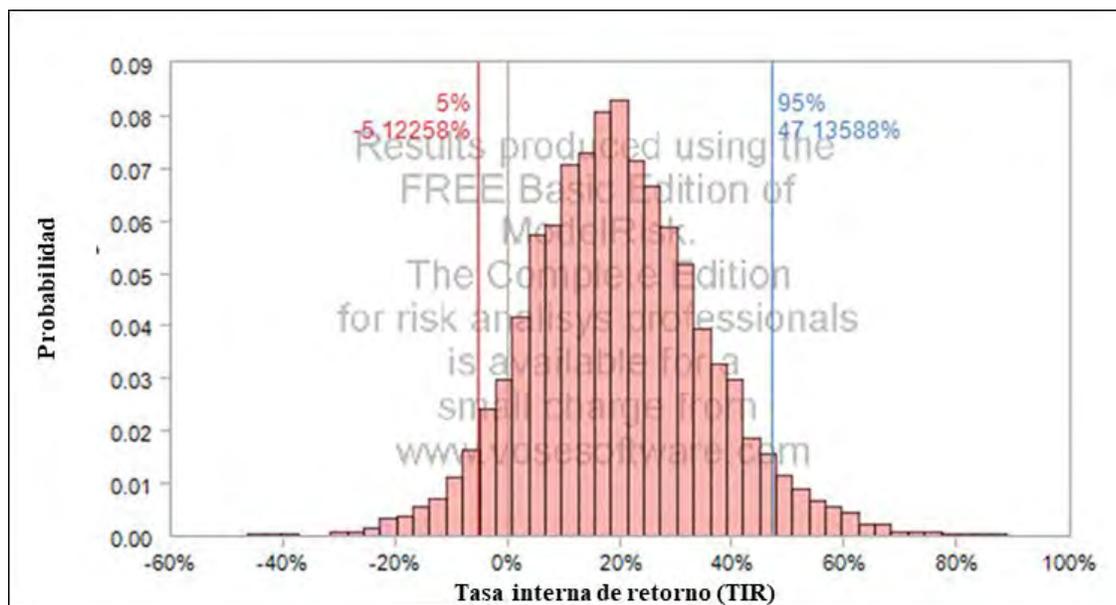
Variación del VAN para el proyecto de minería de BTC – Escenario 1



Nota. Se muestra la variación del VAN del proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 1.

Figura 36

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 1



Nota. Se muestra la variación del TIR para el proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 1.

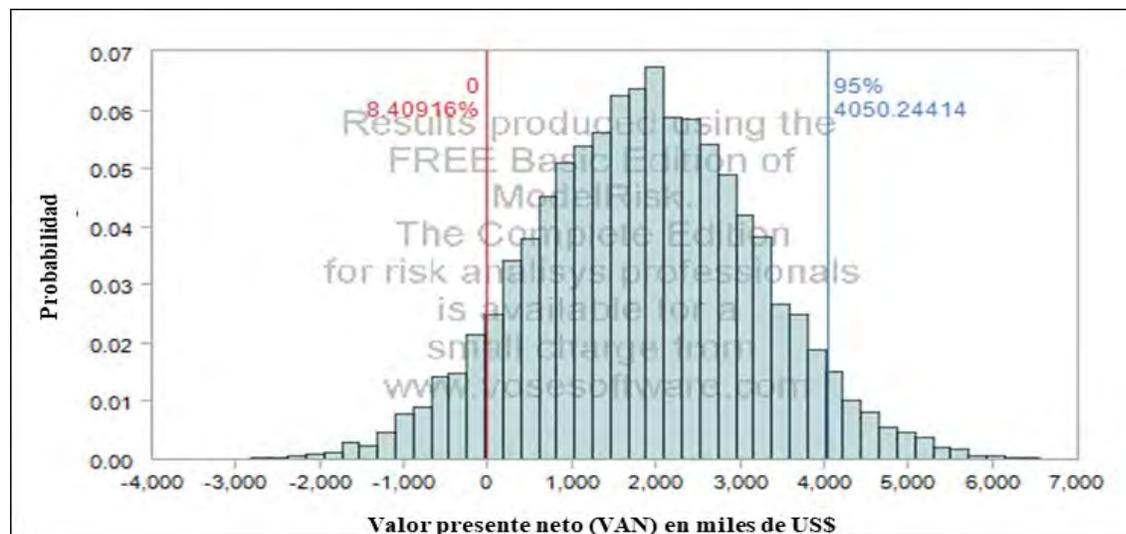
Resultados Simulación Escenario 2. Al igual que en el primer caso, para la evaluación del escenario 2 se estableció como condición que el precio de venta de energía eléctrica para la etapa de generación debe ser mayor a US\$ 72.2/MWh para obtener un VAN positivo durante la vida del proyecto, ya que como ya se mencionó la estrategia es minimizar los costos de producción energética. A partir de lo mencionado, la simulación consideró un precio de energía de US\$ 72.2/MWh, obteniendo como resultado un 91.58% de probabilidad de que el VAN sea positivo y un 90.34% de probabilidad de obtener un TIR superior al WACC, tal como se muestra en la Figura 37

Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2 y Figura 38

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2, respectivamente:

Figura 37

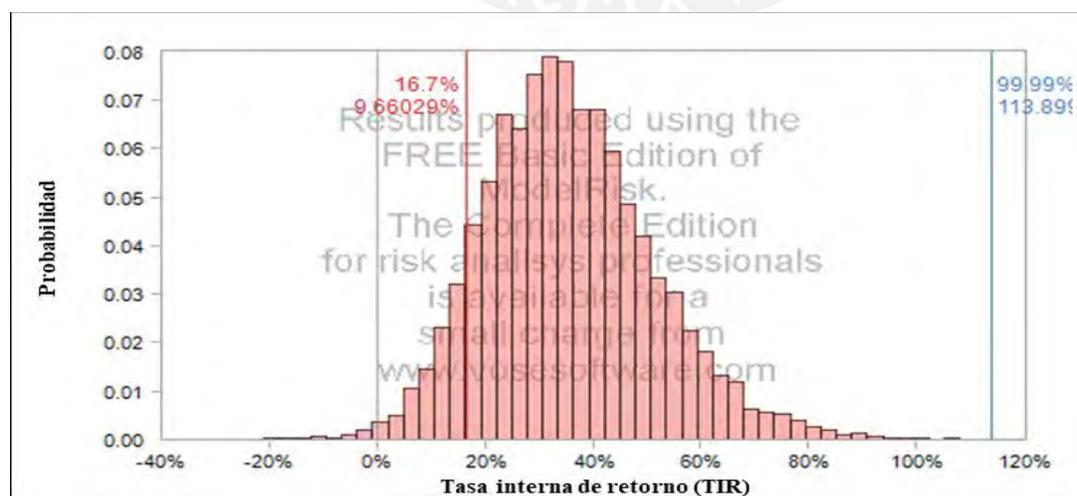
Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2



Nota. Se muestra la variación del VAN del proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 2.

Figura 38

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 2



Nota. Se muestra la variación del TIR para el proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 2.

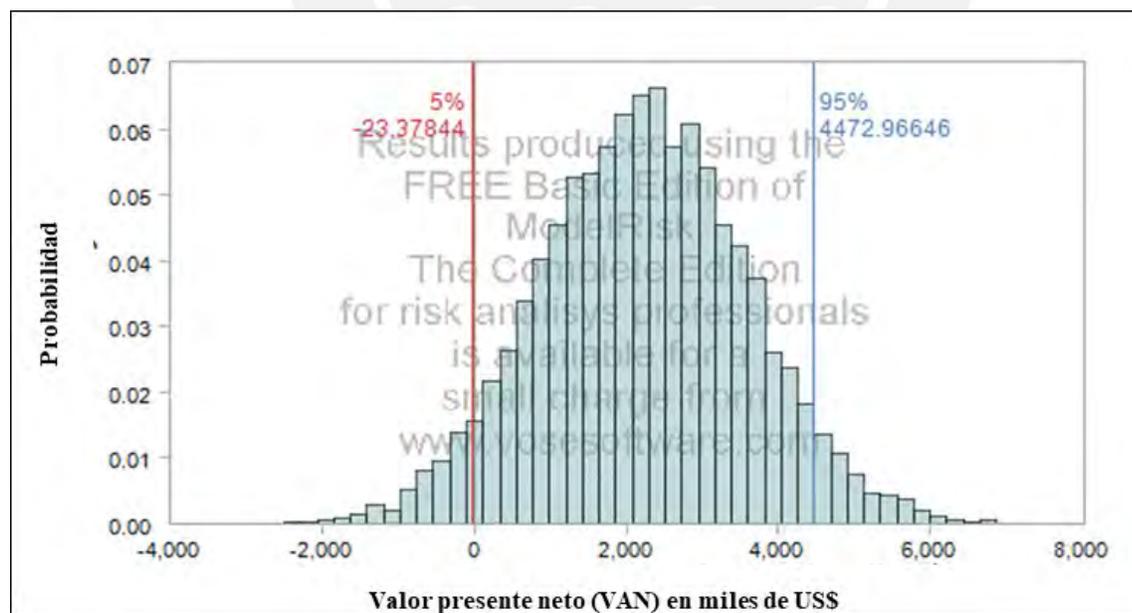
Resultados Simulación Escenario 3. Como se mencionó en la sección 4.2.2, el escenario 3, a diferencia de los escenarios 1 y 2, presenta una alternativa simplificada ya que está previsto que el suministro eléctrico se dé directamente de las redes del SEIN a partir de un PPA. En este sentido, la simulación de este escenario solo incluye la etapa de minería de BTC considerando un costo energético de US\$ 93.63/MWh. A partir de ello, se obtuvo 94.88% de probabilidad de tener un VAN positivo y un 93.97% de probabilidad de obtener un TIR superior al WACC, tal como se muestra en las Figura 39

Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3y Figura 40

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3, respectivamente.

Figura 39

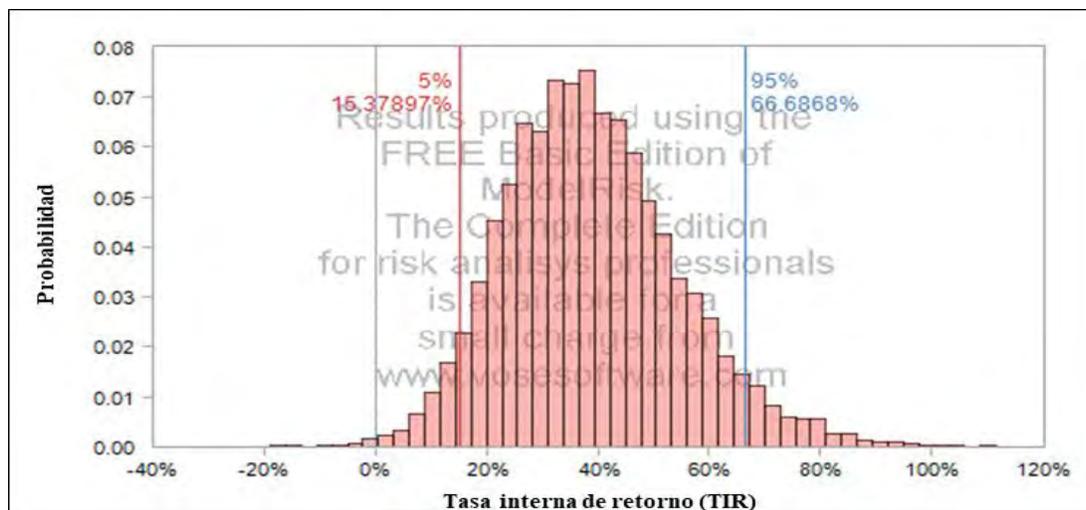
Variación del VAN para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3



Nota. Se muestra la variación del VAN del proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 3.

Figura 40

Variación del TIR para el Proyecto de Minería de BTC – Escenario 3



Nota. Se muestra la variación del TIR para el proyecto de minería de BTC vinculada al escenario 3.

En resumen, comparando los tres escenarios, se puede observar que el escenario 3 presenta mejores resultados en términos del VAN y TIR, con respecto a los resultados de los escenarios 1 y 2, a pesar de tener el costo de energía eléctrica más elevado. Esta situación es explicada por el hecho que el requerimiento de CAPEX del escenario 3 es significativamente menor que en los otros dos casos por la ausencia de la etapa de generación eléctrica. Por ello, la alternativa planteada en el escenario 3 presenta mejores flujos financieros, lo cual se ve reflejado en los resultados del VAN y TIR, y por ende tiene una mayor probabilidad de éxito.

Adicionalmente a la evaluación financiera, desde el punto de vista de operaciones y riesgos, el escenario 3 es una alternativa simplificada que reduce las tareas previas al despliegue del proyecto; así como, también reduce las actividades de mantenimiento requeridas, y por ende elimina ciertos riesgos asociados. En la Figura 41

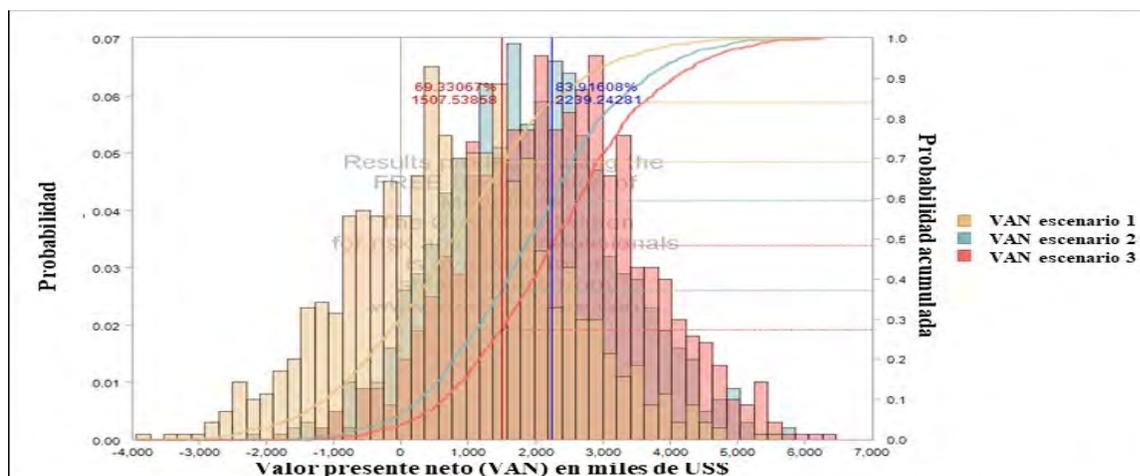
Comparación de los Resultados del VAN para los Tres Escenariosy Figura 42

Comparación de los Resultados del TIR para la Minería de BTC en los Tres Escenarios

muestra un gráfico de Pareto donde se combinan los resultados de los tres escenarios, para evidenciar claramente que el escenario 3 presenta mejores perspectivas para la generación de valor a partir del desarrollo del proyecto de minería modular.

Figura 41

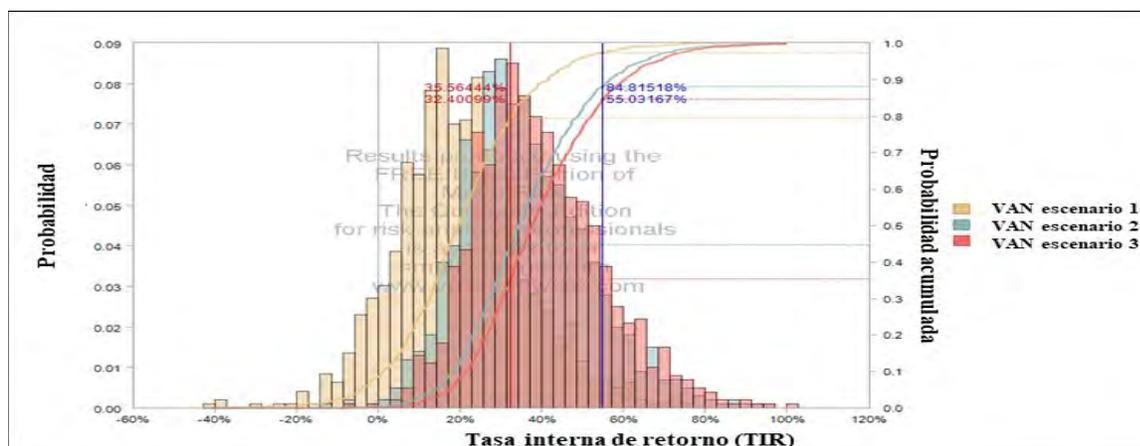
Comparación de los Resultados del VAN para los Tres Escenarios



Nota. Se muestra la comparación de los tres escenarios en términos del valor actual neto que representan a través de un gráfico de Pareto.

Figura 42

Comparación de los Resultados del TIR para la Minería de BTC en los Tres Escenarios



Nota. Se muestra la comparación de los tres escenarios en términos de la tasa interna de retorno a través de un gráfico de Pareto.

Es preciso mencionar que el análisis de sensibilidad realizado en esta sección ha tomado como base la estructura de los flujos de caja mostrados en las Figuras G2, G4 y G5 (Apéndice G) para los escenarios 1, 2 y 3, respectivamente. A partir de estos resultados, en la siguiente sección se realizará el análisis de ventajas y desventajas para determinar cuál es la mejor alternativa para el caso planteado. Sin perjuicio de ello, es preciso recalcar que estas simulaciones son aplicables para las características del proyecto seleccionado, en caso de evaluar proyectos distintos, se deberá de revisar la estructura del modelo financiero.

4.2.5. Análisis Cualitativo de Ventajas y Desventajas

Del análisis financiero y de sensibilidad realizado, se comparan las inversiones requeridas en cada escenario y el comportamiento del NPV y TIR y la conclusión es que el escenario 3 ofrece mejores probabilidades de rendimiento y menor inversión requerida, por lo que el escenario de contratar un PPA sería el recomendado para esta ampliación de Tecnomine.

Tabla 11

Resumen Comparativo de Escenarios en Términos de VAN y TIR

Escenarios	Costo Energía Eléctrica US\$/MWh	Etapa Generación Eléctrica		Empresa de minado BTC	
		Probabilidad	Probabilidad	Probabilidad	Probabilidad
		VAN>0	TIR >WACC	VAN>0	TIR>WACC
Escenario 1	\$ 92.00	99.76%	94.17%	67.52%	50.00%
Escenario 2	\$ 72.20	99.53%	98.68%	91.58%	90.34%
Escenario 3	\$ 97.63	N/A	N/A	94.88%	93.97%

Nota. Se muestra el resumen comparativo de la probabilidad esperada para cada uno de los escenarios con respecto al TIR y VAN.

Tabla 12*Comparación de Estructura de Financiamiento para Cada Escenario*

Escenarios	Etapa generación eléctrica		Proyecto de minería BTC		Financiamiento total requerido miles de US\$
	Patrimonio miles de US\$	Deuda miles de US\$	Patrimonio miles de US\$	Deuda miles de US\$	
Escenario 1	800.00	926.80	700.00	1 695.00	4 121.80
Escenario 2	800.00	926.80	700.00	1 695.00	4 121.80
Escenario 3	N/A	N/A	\$700.00	1 695.00	2 395.00

Nota. Se muestra la estructura de financiamiento requerida para cada uno de los escenarios considerados en el análisis.

Tabla 13*Comparación del Punto de Equilibrio de Cada Escenario*

Escenario	Punto Equilibrio	Probabilidad	Probabilidad
	US\$/BTC	VAN=0	VAN<0
Escenario 1	\$29 030	67.52%	32.48%
Escenario 2	\$17 864	91.58%	8.42%
Escenario 3	\$14 789	94.88%	5.12%

Nota. Se muestra la comparación del punto de equilibrio requerido para cada uno de los tres escenarios en función de la cotización del BTC.

Tabla 14

Comparación de VAN y TIR Para Cada Escenario Según el Nivel de Confianza

Escenarios	VAN miles de US\$	TIR esperado	VAN miles de US\$	TIR esperado
Nivel de confianza = 95%				
Límite inferior = 2.5%			Límite superior = 97.5%	
Escenario 1	-\$2,332.00	-10%	\$3,734.68	54%
Escenario 2	-\$783.36	8%	\$4,505.85	70%
Escenario 3	-\$453.69	11%	\$4,930.08	74%
Nivel de confianza = 90%				
Límite inferior = 5%			Límite superior = 95%	
Escenario 1	-\$1,828.70	-5%	\$3,222.90	47%
Escenario 2	-\$367.63	12%	\$4,050.20	63%
Escenario 3	-\$23.38	15%	\$4,472.97	67%
Nivel de confianza = 80%				
Límite inferior = 10%			Límite superior = 90%	
Escenario 1	- \$1 269.00	1%	\$2,668.00	40%
Escenario 2	\$ 135.48	17%	\$3,557.81	56%
Escenario 3	\$ 487.68	20%	\$3,971.07	59%

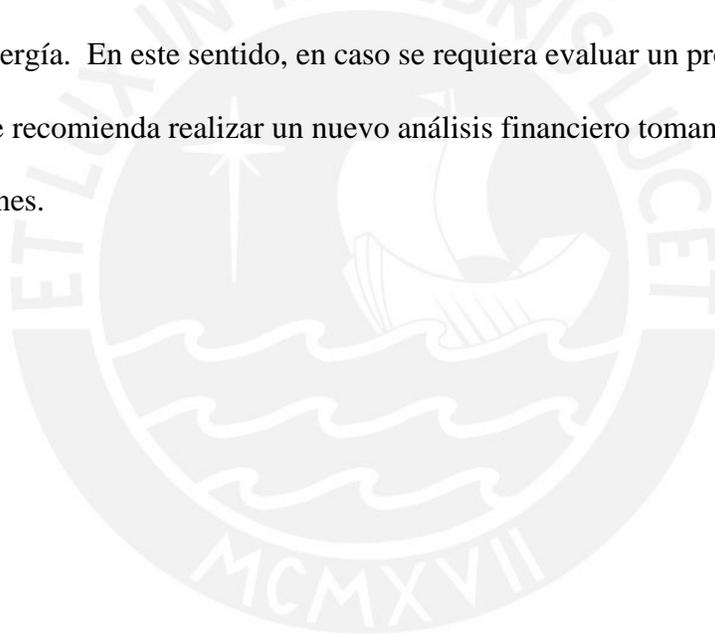
Nota. Se muestra la comparación de los resultados obtenidos para el VAN y TIR de los escenarios analizados empleando niveles de confianza del 95%, 90% y 80%.

4.2.6. Selección de la mejor alternativa

En resumen, si bien la disponibilidad y precio local del gas natural proporcionan las condiciones para el desarrollo de nuevos proyectos de minería de BTC que posean generación eléctrica autónoma La implementación de un proyecto modular vinculado directamente al SEIN a través de un PPA es la mejor opción, dentro del marco planteado para una capacidad máxima de 2 MW. Esta conclusión está sustentada en los resultados de la evaluación financiera realizada para cada escenario, los cuales fueron resumidos en las tablas incluidas en la sección 4.2.5.

Adicionalmente, el análisis evidenció que tanto el escenario 1 y 2 tienen mayores requerimientos de CAPEX y OPEX que el escenario 3, lo cual encarece significativamente al proyecto y por ende presentaría mayor dificultad para el financiamiento. A su vez, el escenario 3 presenta una menor exposición a riesgos operativos vinculados a la generación eléctrica, ya que estos riesgos son trasladados directamente al proveedor de energía.

Sin embargo, es preciso resaltar que el análisis ha sido realizado únicamente para la implementación de un módulo de minado de BTC de 2MW, por lo cual los resultados del análisis podrían verse afectados en caso el proyecto sea escalado y, por ende, se tenga un mayor requerimiento de energía. En este sentido, en caso se requiera evaluar un proyecto de minería de mayor capacidad, se recomienda realizar un nuevo análisis financiero tomando en consideración las nuevas condiciones.



Capítulo V: Plan de implementación y factores clave de éxito

En este capítulo se abordará el plan para llevar a cabo la implementación del proyecto de minería digital, tomando en consideración la alternativa seleccionada en la sección 4.2.6. Es preciso indicar que en este caso el plan de desarrollo no tiene el objeto de representar una ampliación directa de las operaciones actuales de Tecnomine, es decir, de llevarse a cabo dentro de las instalaciones de la empresa. En este caso, el plan de implementación formará parte integral del proyecto que se pretende comercializar con futuros clientes e inversores de la empresa, es decir, que este plan formará parte de los entregables del producto a ofrecer para el minado de BTC.

5.1. Definiciones clave

Esta sección tiene el objetivo de detallar las definiciones clave o premisas requeridas para que el plan de implementación detallado en la sección 5.2 pueda llevarse a cabo de manera exitosa. En este sentido se observaron tres definiciones clave, las cuales son mencionadas a continuación:

- La locación donde se desarrollará el proyecto deberá encontrarse dentro de la jurisdicción de un concesionario de distribución eléctrica para garantizar el abastecimiento desde el SEIN. Este punto es sumamente importante en la medida que, como ya se mencionó en secciones anteriores, el insumo principal para la operación de la planta de minado de BTC es la energía eléctrica. Es preciso mencionar que en la medida que el proyecto sea escalado y se incremente la demanda requerida, podrían evaluarse opciones adicionales que consideren el suministro eléctrico directo de las redes de transmisión eléctrica, por lo cual el concesionario de transmisión se volvería prescindible.

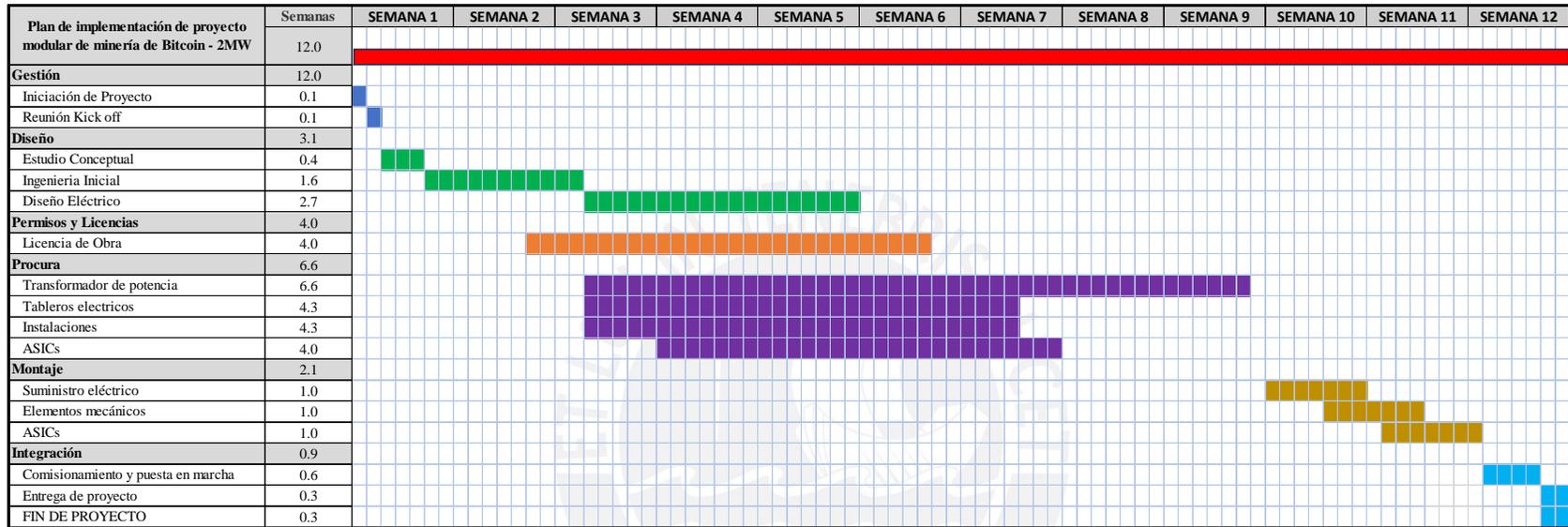
- Contar con un contrato de compra de energía (PPA) de mediano plazo (3 – 5 años) con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, a la vez que se genera predictibilidad en los costos al mitigar el riesgo de la volatilidad del precio de generación eléctrica. En este punto adicionalmente es importante recalcar que la tarifa de generación eléctrica negociada en dicho PPA deberá de ser igual o menor al precio como cliente libre asumido en el Escenario 3 descrito en la sección 4.2.3, el cual equivale a US\$ 97.63/MWh (incluye precio de generación eléctrica y peajes) para que los resultados obtenidos en el análisis financiero realizado sean válidos.
- Debido a la posibilidad de ciclos de precios bajos para BTC (< US\$20,000), el proyecto deberá de considerar reservas de dinero que le permitan operar por periodos 6 meses como mínimo. Este requerimiento está sustentado en el hecho de que el precio del BTC podría encontrarse por debajo del precio de equilibrio del proyecto, escenario que se mantendría en el corto plazo.

5.2. Plan de implementación y presupuesto

Partiendo de la alternativa seleccionada en la sección 4.2.6, la cual está basada en el desarrollo de un proyecto de minería modular de Bitcoin de 2MW de requerimiento eléctrico, el cual será abastecido directamente de la red del SEIN a partir del establecimiento de un PPA, se elaboró el plan de implementación considerando todas las etapas del proyecto. En la siguiente figura se muestra el plan propuesto:

Figura 43

Plan de Implementación de Proyecto de Minería de Bitcoin



Nota. Se muestra el detalle y secuencia de las actividades requeridas para el desarrollo e implementación del proyecto de minería de BTC en función de los tiempos estimados y provistos por Tecnomine.

Es preciso mencionar que dentro del plan de implementación no se incluyó la actividad de negociación y cierre del acuerdo de compra de electricidad (PPA), ya que se asume que esa etapa ya se ha completado antes de proceder con la implementación del proyecto de minería. Del mismo modo, se elaboró un presupuesto estimado de las inversiones requeridas para el desarrollo del proyecto (CAPEX); así como, de los costos requeridos para la operación de la planta modular de minado. En la siguiente figura se muestra el resumen del CAPEX y OPEX estimado por año, durante la vida del proyecto:



Figura 44*Presupuesto Estimado de CAPEX y OPEX para el Proyecto*

RESUMEN DE CAPEX REQUERIDO													
N°	Descripción	Total (USD)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
	Total Capital Expenses		\$2,394,700.00										
1	Permisos y licencias	\$ 12,000.00											
2	Centro de Transformador Trifasico 22.9kv/0.48kv •Welda SwichtGear 22.9KV •SwichtBoard 0.48kv	\$ 130,000.00											
3	ASIC S19JPRO: 548 unidades	\$2,082,400.00											
4	Sala de maquinas •Contenedor •Equipamiento eléctrico y materiales	\$ 110,000.00											
5	Obras civiles	\$ 60,300.00											
RESUMEN DE OPEX REQUERIDO													
N°	Descripción	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10		
	Total operating expenses	\$ 100,000.00	\$ 104,000.00	\$ 106,000.00	\$ 109,000.00	\$ 111,000.00	\$ 115,000.00	\$ 118,000.00	\$ 123,000.00	\$ 126,000.00	\$ 129,000.00		
1	Salarios y beneficios	\$ 20,000.00	\$ 21,000.00	\$ 21,000.00	\$ 22,000.00	\$ 22,000.00	\$ 23,000.00	\$ 24,000.00	\$ 25,000.00	\$ 25,000.00	\$ 26,000.00		
2	Operación y Mantenimiento (O&M)	\$ 60,000.00	\$ 62,000.00	\$ 64,000.00	\$ 65,000.00	\$ 67,000.00	\$ 69,000.00	\$ 71,000.00	\$ 74,000.00	\$ 76,000.00	\$ 78,000.00		
3	Gastos de alquiler	\$ 18,000.00	\$ 19,000.00	\$ 19,000.00	\$ 20,000.00	\$ 20,000.00	\$ 21,000.00	\$ 21,000.00	\$ 22,000.00	\$ 23,000.00	\$ 23,000.00		
4	Cumplimiento medioambiental	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00		

Nota. Se muestra de manera resumida los montos de OPEX y CAPEX requeridos para el desarrollo del proyecto.

Vale la pena resaltar que dentro del OPEX se incluyó el costo de la electricidad para la operación del proyecto. Se asume que el precio negociado en el PPA es de US\$ 97.63/MWh. Asimismo, se incluyó dentro del OPEX los costos vinculados al servicio de operación y mantenimiento (O&M) provisto por Tecnomine.

5.3. Factores Claves de Éxito

5.3.1. *Habilitadores*

Los factores habilitadores para que el proyecto pueda ser implementado de acuerdo con lo previsto están determinados por los siguientes puntos:

- La disposición de los clientes e inversores para realizar las gestiones de permisos con los entes involucrados para realizar la implementación del proyecto; así como, para el inicio de la operación de minado.
- La adopción del riesgo inherente a la operación con activos digitales por parte de los clientes e inversores, y que se implementen estrategias de control de costos y gastos estrictas para minimizar el punto de equilibrio de la operación.
- Se asegure la cadena de pagos a los proveedores, prestando especial atención al suministrador de la energía eléctrica, ya que es el principal insumo para la operación, y a Tecnomine quienes son los responsables de la operación y mantenimiento de los equipos de minado, con el objetivo de asegurar la continuidad de las operaciones.
- Desarrollar una estrategia contable que permita maximizar el beneficio proporcionado por los activos digitales que no son realizados, es decir que no son convertidos a dinero convencional, al mismo tiempo que se garantice el cumplimiento legal. Ello con la finalidad de minimizar el pago de impuesto a la renta empleando mecanismos contemplados en la normativa vigente.

5.3.2. *Riesgos*

Identificación de los Riesgos. Al igual que en los análisis para identificar los problemas de la organización y las causas raíz del problema principal, el proceso de evaluación de riesgos para identificar los elementos a los que está expuesta la operación actual y futura de la empresa Tecnomine se realizaron llevando a cabo sesiones de trabajo incluyendo a los representantes de la empresa. Asimismo, para facilitar el análisis de los riesgos y la presentación de estos, los riesgos fueron agrupados en función al tipo de impacto potencial que pueden generar. A continuación, se presentan las categorías de riesgos definidas para el análisis.:

a) Riesgos Operacionales

Dentro del grupo de riesgos relacionados a la operación de la planta de minado se tienen identificados como riesgo principal los incendios por cortocircuitos.

b) Riesgos Externos

Con respecto a los riesgos vinculados a agentes externos a la operación, en los cuales no se tiene ninguna influencia, pero que de igual modo pudiesen generar algún impacto en las operaciones, se identificaron los siguientes riesgos: a) ataques cibernéticos, b) vandalismo y delincuencia común, c) desastres naturales, y d) enfermedades virales altamente contagiosas.

c) Riesgos Políticos o Regulatorios

Por otro lado, dentro de la evaluación se identificaron riesgos de índoles político y vinculados al marco regulatorio que rige las operaciones de empresas vinculadas a la energía, así como, aquellos que tienen influencia sobre los temas medio ambientales. Dentro de los riesgos identificados se tiene: a) incremento del precio de tarifas de transmisión y distribución eléctrica, b) cambios en la regulación medioambiental que

incrementen los costos, c) implementación de nueva regulación para las operaciones con activos digitales, y d) suspensión de licencias por parte del gobierno local.

d) Riesgos Financieros

Otra área importante está vinculada en la financiación de los proyectos de minería digital, así como, el riesgo implícito debido a la volatilidad de los propios activos digitales. En este sentido, se ha identificado los siguientes riesgos: a) volatilidad del Bitcoin puede afectar cadena de pagos, b) inflación global y local encarece OPEX y CAPEX, y c) falta de interés para financiamiento de proyectos de este tipo por considerar que el sector es de alto riesgo.

e) Riesgos de Mercado

En el caso de los riesgos vinculados al mercado en el que se desenvuelve Tecnomine, se tiene identificado aquellos riesgos vinculados al ámbito global: a) aceleración de la depreciación de los equipos por obsolescencia tecnológica, b) incremento de medidas para contrarrestar el cambio climático, y c) mejores condiciones comerciales para la electricidad en otros países; y al ámbito local: a) no disponibilidad de personal técnico especializado en operaciones de minería de activos digitales.

f) Riesgos de Abastecimiento.

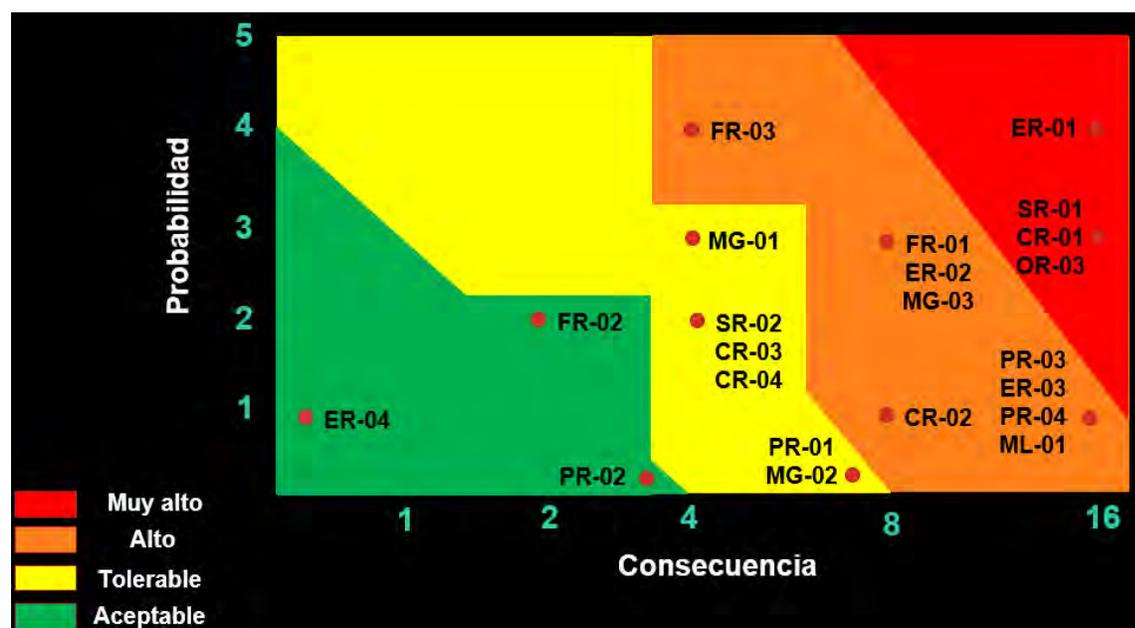
Finalmente, la categoría de riesgos de abastecimiento consolida todos los eventos identificados vinculados a los servicios y bienes requeridos para el desarrollo de las operaciones de minería digital. A continuación, se detallan aquellos riesgos: a) abastecimiento de equipos y repuestos requiere importación y b) interrupción del servicio de internet.

5.3.3. Evaluación de los riesgos

A partir de los criterios definidos en la sección anterior, se procedió a realizar la evaluación de los eventos identificados en la sección anterior. Los resultados se muestran en la siguiente matriz:

Figura 45

Mapa de Calor de los Riesgos Identificados para el Proyecto de Minería de 2MW



Nota. Se muestra los resultados de la evaluación de riesgos inicial sin incluir acciones de control plasmados en un mapa de calor.

De los resultados mostrados, se concluye que la mayoría de los eventos identificados se encuentran ubicados entre las categorías de alto y muy alto, lo cual representa un nivel de exposición excesivo para las operaciones de Tecnomine. A continuación, se muestra el detalle de cada uno de los eventos agrupados en su categoría de riesgo respectiva:

- Eventos de riesgo bajo
 - FR-02: Inflación global encarece OPEX y CAPEX.
 - ER-04: Enfermedades virales altamente contagiosas.
 - PR-02: Cambios en la regulación medio ambiental.

- Eventos de riesgo medio
 - MG-01: Lanzamiento de tecnología más eficiente para el minado de BTC.
 - SR-02: Disponibilidad de conexión a internet.
 - CR-03: Caídas de altura.
 - CR-04: Fallas durante maniobras de izaje de cargas.
 - PR-01: Incremento del precio de las tarifas de transporte y distribución eléctrica.
 - MG-02: Incremento de medidas para contrarrestar cambio climático.

- Eventos de riesgo alto
 - FR-03: Falta de interés para financiamiento del proyecto.
 - FR-01: Volatilidad del BTC puede afectar la cadena de pagos y los ingresos (si cae por debajo del costo de producción).
 - ER-02: Vandalismo / robos.
 - MG-03: Generación eléctrica con mejores condiciones comerciales en otros países.
 - CR-02: Daños personales por contacto con partes móviles.
 - PR-03: Nueva regulación estricta para operaciones de minería digital.
 - ER-03: Desastres naturales.
 - PR-04: Suspensión de licencias de operación.
 - ML-01: No disponibilidad de personal técnico especializado.

- Eventos de riesgo muy alto
 - ER-01: Ataques cibernéticos.
 - SR-01: Tiempo de abastecimiento de equipos y repuestos (importación).
 - CR-01: Electrocuci3n
 - OR-01: Incendios por cortocircuitos.

5.3.4. Herramientas de Mitigaci3n

En la presente secci3n se detallar3n las medidas de mitigaci3n propuestas para reducir el nivel de riesgo de los eventos ubicados principalmente en las categor3as de riesgo muy alto y alto. Adicionalmente, se presentar3 una secci3n con medidas planteadas para reducir el riesgo de ciertos eventos ubicados dentro de la categor3a media, para que la compa3a pueda evaluar el costo – beneficio de implementarlas.

a) Implementaci3n de una pol3tica de seguridad inform3tica

Como se mencion3 anteriormente, las operaciones del proyecto son susceptibles a ser afectadas por los ataques cibern3ticos, los cuales d3a a d3a, se vuelven m3s sofisticados y generan m3s p3rdidas para las organizaciones. En este sentido se plantea la necesidad de implementar una pol3tica de seguridad inform3tica que por lo menos incluya lo siguiente:

- No utilizaci3n de dispositivos de almacenamiento electr3nico particulares.
Evaluar la posibilidad de desactivar los puertos USB de las computadoras corporativas vinculadas a la red.
- Implementaci3n de restricci3n f3sica para el acceso a la zona de servidores.
- Reemplazo peri3dico de contrase3as.

- Entrenamiento y concientización al personal.
- Implementación de sistemas antivirus.
- Uso de sistemas de autenticación de doble factor.
- Implementación de firewalls en la arquitectura de red.
- División de la red corporativa de la red operativa de los servidores.

Adicionalmente a lo mencionado, debido a que los activos digitales generados tienen que ser almacenados de manera digital, se sugiere la utilización de billeteras frías, las cuales actúan como una caja fuerte digital para las criptomonedas que operan en un entorno sin conexión a internet, para diversificar la acumulación de las criptomonedas obtenidas a partir de la operación de minado en conjunto con el almacenamiento en los sistemas de las principales plataformas de *exchange* como el caso de Binance.

En este caso las medidas antes mencionadas buscan reducir la probabilidad que un evento de ataque cibernético tenga efectos adversos en la organización. Para el caso de la reducción de la consecuencia, se propone que el diseño de la arquitectura de red de los servidores considere la configuración de clúster o grupos con subredes independientes, con la finalidad de ante un evento cibernético, no todo el equipamiento se vea comprometido.

b) Implementación de un plan de seguridad y medio ambiente

Con la finalidad de reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes dentro de las operaciones, se requiere el desarrollo de un plan de seguridad para el personal y medio ambiente para la gestión de residuos que incluya por lo menos lo siguiente:

- Procedimientos de actividades de mantenimiento y permisos.

- Habilidad de personal y contratistas.
- Proceso de identificación de riesgos industriales (IPER, ATS, etc.).
- Señalización de áreas de trabajo, y riesgos.
- Verificación de herramientas y equipamiento.
- Implementación de equipos de protección personal para cada tarea.
- Gestión de residuos y contratación con EPS certificadas.
- Plan de evacuación ante emergencias y atención de primeros auxilios.

c) **Implementación de un sistema contraincendios**

Debido a que dentro de la identificación de riesgo se registró el evento de incendio por cortocircuito, se considera necesario la implementación de un sistema contraincendios que incluya lo siguiente:

- Sensores de humo en las distintas locaciones.
- Sensores de presencia de gas natural en la sala de generación eléctrica.
- Extintores CO2 de para la zona de generación eléctrica y sala de servidores.
- Extintores PQS en la zona de oficinas.
- Alarmas sonoras y visibles.

d) **Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo y suscripción de un contrato máster para las actividades de mantenimiento de la subestación eléctrica**

Para trasladar los riesgos personales y logísticos de las actividades de mantenimiento de la subestación eléctrica, se propone la suscripción de un contrato máster con una empresa especialista que podría ser el propio representante del equipo de

generación. Las actividades se realizarían en función a un plan de mantenimiento anual elaborado y/o validado por Tecnomine.

Con ello la responsabilidad frente a cualquier accidente de seguridad vinculado a la actividad de mantenimiento de la subestación eléctrica recae sobre el contratista. Del mismo modo, la disponibilidad de repuestos, insumos, herramientas y especialistas quedará a cargo de un tercero.

En este caso, es importante recalcar que el nivel de riesgo se verá reducido de manera efectiva, sí y solo sí, la empresa con la que se suscribe el contrato es una empresa reconocida que opera con estándares de seguridad, medio ambiente y posee un respaldo financiero significativo. Esta es una medida mixta que sirve para reducir tanto la probabilidad de ocurrencia de los eventos vinculados y la consecuencia.

e) **Pólizas de seguros**

Dentro de las coberturas a adquirir se debe de considerar por lo menos:

- Cobertura ante eventos de incendio
- Cobertura ante eventos de robos y vandalismo
- Cobertura para trabajos de riesgo (SCTR)
- Cobertura de responsabilidad civil contra terceros

Adicionalmente, se sugiere incorporar una póliza de seguros con cobertura ante ataques cibernéticos, ya que estas coberturas son relativamente nuevas y tienen a tener un costo elevado.

f) Medidas de índole financiero

- Diversificación de portafolio empleando activos digitales menos volátiles. En este caso se propone emplear la moneda Tether (USDT) la cual guarda un nivel muy cercano a la paridad con el dólar estadounidense, para almacenar parte de la producción de BTC obtenida. Asimismo, puede evaluarse, desde el punto de vista contable y tributario, el porcentaje óptimo para conversión de activos digitales a dinero FIAT.
- Aplicación de *covenants* para la reducción del riesgo de financiamiento como ratio de cobertura de intereses, ratio corriente, ratio de apalancamiento, entre otros.
- Evaluar los niveles de caja requeridos para afrontar escenarios con precios de Bitcoin no favorables, a fin de garantizar liquidez.

g) Desarrollo de un plan de salida ante contingencias

- Desarrollar un plan de salida de contingencia que puede estar vinculado a la venta de energía eléctrica al mercado spot, traslado del sistema de generación hacia otro cliente aprovechando la portabilidad de los equipos e inclusive mercados para la venta del equipamiento.

h) Medidas ante modificaciones en el marco regulatorio

- Contar con asesoramiento legal permanente para la verificación de cambios regulatorios, monitoreo de los permisos de operación, etc.
- Evaluar el costo - beneficio de implementar medidas enfocadas a lograr el carbono neutral.

- Participación en foros y grupos locales vinculado a las operaciones de activos digitales.
- Contar con un plan de crisis ante eventos de cambios estrictos en la regulación.

i) Implementación de un plan de seguridad física en las instalaciones

- Implementación de un CCTV, alarmas de acceso y monitoreo 24/7.
- Implementación de barreras físicas para el control de acceso (cerraduras magnéticas digitales, control de acceso a la sala de servidores).

j) Establecer un plan de sucesión de personal

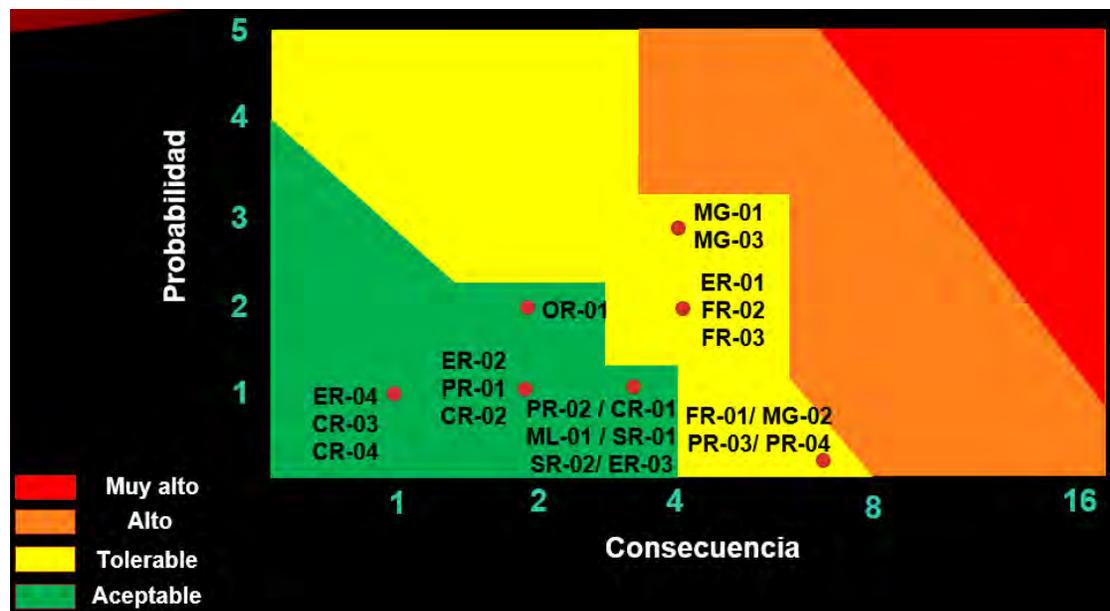
Desarrollar un plan de sucesión de personal debido a la ausencia de personal especializado en el mercado. Para ello, se sugiere mantener en la planilla practicantes profesionales o ingenieros junior para que sean formados en las operaciones de minería digital.

5.3.5. Reevaluación del Riesgo

Tomando en consideración que las medidas propuestas en la sección 5.3.4 sean implementadas, se realizó la reevaluación de riesgos considerando este nuevo escenario. En el siguiente mapa de calor se muestran los resultados obtenidos, los cuales también son denominados riesgos residuales:

Figura 46

Mapa de Calor de los Riesgos Reevaluados para el Proyecto de Minería de 2MW



Nota. La figura muestra los resultados de la evaluación de riesgos luego de haber implementado acciones de control.

Es evidente que la reevaluación realizada provee resultados más favorables, ya que del total de eventos registrados solamente nueve se encuentran dentro de la categoría de riesgo medio y los demás fueron trasladados a una categoría de riesgo bajo. A continuación, se muestra el detalle de cada uno de los eventos agrupados en su categoría de riesgo respectiva:

- Eventos de riesgo bajo
 - ER-04: Enfermedades virales altamente contagiosas.
 - CR-03: Caídas de altura.
 - CR-04: Fallas durante maniobras de izaje de cargas.
 - ER-02: Vandalismo / robos.
 - OR-03: Incendios por cortocircuito.

- PR-01: Incremento del precio de las tarifas de transporte y distribución eléctrica.
- CR-02: Daños personales por contacto con partes móviles.
- PR-02: Cambios en la regulación medio ambiental.
- CR-01: Electrocutación
- ML-01: No disponibilidad de personal técnico especializado.
- SR-01: Tiempo de abastecimiento de equipos y repuestos (importación).
- SR-02: Disponibilidad de conexión a internet.
- ER-03: Desastres naturales.
- Eventos de riesgo medio
 - MG-01: Lanzamiento de tecnología más eficiente para el minado de BTC.
 - MG-03: Generación eléctrica con mejores condiciones comerciales en otros países.
 - ER-01: Ataques cibernéticos.
 - FR-02: Inflación global encarece OPEX y CAPEX.
 - FR-03: Falta de interés para financiamiento del proyecto.
 - FR-01: Volatilidad del BTC puede afectar la cadena de pagos y los ingresos (si cae por debajo del costo de producción).
 - MG-02: Incremento de medidas para contrarrestar cambio climático.
 - PR-03: Nueva regulación estricta para operaciones de minería digital.
 - PR-04: Suspensión de licencias de operación.

A partir de lo mostrado anteriormente, se verifica que las medidas de mitigación planteadas permitirán reducir de manera significativa la exposición tanto de Tecnomine, como de sus clientes.

5.3.6. Seguimiento y Control

Dentro de la estrategia para el seguimiento y control de eventos que pueden generar un gran impacto en las operaciones de Tecnomine, se propone la implementación de indicadores que permitan medir el nivel de riesgo de manera cuantitativa. Estos indicadores de riesgo deberán de ser monitoreados de manera periódica, para proporcionar capacidad de maniobra a la empresa en caso de escenarios no favorables. A continuación, se plantean los siguientes indicadores de riesgo (KRIs):

- **Indicador de riesgo financiero:** Debido a la volatilidad del mercado de BTC, se requiere monitorear la diferencia entre el precio del BTC y el punto de equilibrio de la operación de minería.
- **Indicador de riesgo costo energético:** En vista que el costo energético es el mayor costo de las operaciones de minería de activos digitales, se propone monitorear la diferencia existente entre el costo energético de Tecnomine y el costo tarifario máximo publicado por OSINERGMIN.
- **Indicador de riesgo de cobertura financiera:** Con la finalidad de verificar la capacidad para hacer frente a los costos de financiamiento, se propone monitorear el ratio de cobertura de intereses de la operación.
- **Indicador de susceptibilidad a eventos de crimen informático:** Con la finalidad de monitorear el nivel de susceptibilidad de la organización frente al crimen informático y replantear la aplicación de medidas adicionales para contrarrestar este evento.

En la siguiente figura se muestra el resumen de los indicadores de riesgo planteados anteriormente, incluyendo el método de cálculo, la frecuencia y las metas planteadas.

Figura 47*Indicadores de Riesgo para la Operación de Minería Digital de Tecnomine*

Indicador	Objetivo	Fórmula	Rangos	Semáforo	Frecuencia
Indicador de riesgo financiero	Verificar que la operación se mantenga en márgenes positivos (mantenga rentabilidad)	$(BTC-BEP)/BEP$	> 25%	Acceptable	Diario
			>5% y <25%	Tolerable	
			<5%	Alerta	
BTC: Precio nominal del Bitcoin BEV: Punto de equilibrio calculado para la operación de minería					
Indicador	Objetivo	Fórmula	Rangos	Semáforo	Frecuencia
Indicador de riesgo de costos	Verificar que el costo energético es inferior al costo de mercado	$(CEM-CET)/CEM$	> 30%	Acceptable	Mensual
			>20% y <30%	Tolerable	
			<20%	Alerta	
CEM: Costo energético máximo publicado por OSINERGMIN. Utilizar la tarifa equivalente al nivel de CET: Costo energético Tecnomine					
Indicador	Objetivo	Fórmula	Rangos	Semáforo	Frecuencia
Indicador de riesgo de cobertura financiera	Verificar la capacidad de pago del costo financiero	Ratio de cobertura	> 2	Acceptable	Mensual
			>1.5 y <2	Tolerable	
			<1.5	Alerta	
Ratio de cobertura: Igual al EBIT dividido entre los costos de financiamiento (intereses) de largo y					
Indicador	Objetivo	Fórmula	Rangos	Semáforo	Frecuencia
Indicador de riesgo de crimen informático	Verificar la susceptibilidad frente a esta amenaza	$\frac{\#eventos\ detectados\ t}{\#eventos\ detectados\ t-1}$	< 5%	Acceptable	Mensual
			>5% y <10%	Tolerable	
			>10%	Alerta	
t: Periodo en evaluación. t-1: Periodo previo al de evaluación.					

Nota. La figura muestra el detalle de los indicadores de riesgo definidos para el desarrollo de las operaciones de minería digital de Tecnomine.

Capítulo VI: Resultados esperados

6.1. Resultados Esperados del Plan de Implementación

A partir de la implementación del proyecto acorde a lo indicado en la sección 5.2, y tomando en consideración la simulación financiera realizada para la alternativa seleccionada en la sección 4.2.6, se presenta el flujo de caja esperado para los diez años de vida del proyecto:



Tabla 15*Flujo de Caja Libre del Proyecto de Minería de BTC*

Flujo de Caja Libre (en miles de US\$)	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
EBIT		(275)	510	990	1,791	438	726	(784)	407	1,101	1,296
Depreciación		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
CAPEX	2395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permisos y Licencias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio en el Capital de Trabajo		34	22	39	66	-114	23	-127	97	56	14
Valor Residual		0	0	0	0	0	0	0	0	0	274
FCF de la Firma	-2394.76	-69	728	1191	1965	792	943	-417	549	1284	1796
Recuperación de la inversión		(2,464)	(1,736)	(546)	1,419	2,211	3,154	2,737	3,286	4,571	6,367

Nota. La tabla muestra los flujos de caja libre esperados para cada año durante la vida del proyecto.

Los resultados mostrados en la Tabla 15 indican que a partir del cuarto año los flujos de caja son positivos, es decir la inversión ha sido cubierta y se empieza a generar valor para los accionistas. Asimismo, se muestra que en el año uno y en el año siete, la cotización del BTC fue estimada por debajo del punto de equilibrio, situación que es explicada por el EBIT negativo para ambos casos. Por el contrario, para los otros años, la simulación realizada estima que la cotización del BTC va a estar por encima del punto de equilibrio de la operación.

Sin perjuicio de lo mencionado anteriormente, es preciso indicar que los resultados mostrados son específicos para una simulación realizada en un proyecto determinado. Es decir en la medida que el modelo financiero sea ejecutado nuevamente, y tomando en consideración que el precio del BTC y el WACC se mueven dentro de funciones probabilísticas, es posible que los resultados mostrados no sean replicados de manera exacta.

Por lo mencionado anteriormente, es recomendable no extrapolar los resultados mostrados para otros proyectos de minería, ya que se podría estar sobreestimando o subestimando los resultados potenciales de la operación. Por ello, los evaluadores deberán de desarrollar modelos financieros específicos para cada proyecto, para lo cual sí podrían tomar como referencia la metodología empleada y realizar las comparaciones pertinentes.

6.2. Recuperación de la Inversión

Con la información proporcionada en la sección anterior, se realizó el cálculo del VAN, la TIR y el tiempo de retorno de la inversión esperada. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 16*Resumen de Indicadores Financieros Esperados del Proyecto de Minería de BTC*

Indicador	Resultado	Unidad
Tasa Interna de Retorno (TIR)	28%	Porcentaje
Valor Presente Neto (VAN)	1,481	Miles de US\$
Periodo de Retorno de la Inversión	3.58	Años

Nota. La tabla muestra los resultados de los indicadores financieros TIR, VAN y tiempo de retorno de inversión para el proyecto de minería de BTC.

Los resultados obtenidos de la evaluación financiera resultan bastante prometedores con un periodo de retorno de inversión inferior a los cuatro años, una TIR muy competitiva y un VAN de cerca de 1.5 millones de dólares. Estos resultados, en conjunto con los resultados de probabilidad de éxito mostrados en la sección 4.2.5. muestran que el desarrollo de proyectos de minería de BTC es totalmente viable en el Perú e inclusive podría ser considerado un negocio de riesgo bajo, dependiendo del suministro de energía eléctrica.

Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

La minería de criptomonedas es una industria intensiva en consumo de energía eléctrica, por lo cual los costos de producción están estrechamente vinculados al costo energético y en consecuencia al éxito de la operación. Por ello, resulta fundamental tener garantizado un suministro confiable de energía eléctrica con precios competitivos. En ese sentido, es crucial suscribir acuerdos de compra de energía (PPA) con precios negociados, o considerar la alternativa de generación eléctrica como parte del proyecto a partir del gas natural.

Con respecto al marco regulatorio peruano del sector energético, este presenta condiciones apropiadas para el desarrollo de proyectos de minería de activos digitales, dada la estabilidad, madurez y confiabilidad de las redes de suministro. Sin embargo, la ausencia de regulación en materia de activos digitales podría generar incertidumbre por parte de potenciales inversionistas. Por ello, se requiere desarrollar estrategias de *marketing* enfocadas en facilitar el entendimiento del sector.

Por otro lado, si bien las operaciones con activos digitales como el BTC son consideradas de alto riesgo, se ha podido verificar, a partir de simulaciones de Montecarlo, que la industria de la minería de BTC podría desarrollarse en el contexto energético peruano bajo niveles de riesgo tolerables. Ello a partir del acceso a fuentes energéticas con precios competitivos dentro de un contexto global, lo cual permite minimizar el punto de equilibrio de la operación. Esta situación proporcionaría mayor acceso a fuentes de financiamiento para el escalamiento del proyecto, a su vez la posibilidad de tener mejores condiciones comerciales para maximizar los beneficios.

En esta línea, de los tres escenarios propuestos, se verificó que la mejor opción para la implementación de un proyecto de 2MW de capacidad es la que propone tener el suministro

eléctrico directamente del SEIN a través de un PPA. Este resultado se debe principalmente a los requerimientos adicionales de CAPEX en los escenarios 1 y 2 para el desarrollo de la planta de generación eléctrica, los cuales casi duplican el requerimiento del escenario 3. Asimismo, esta última presenta menos riesgos operacionales al prescindir de equipos críticos para la generación eléctrica, y tampoco requiere de mano de obra especializada para la operación y mantenimiento.

Otro punto importante para resaltar es que el modelo financiero realizado para el proyecto modular de 2MW de capacidad para la minería de BTC tendría un VAN de US\$1.5 millones, una TIR de 28% y un tiempo de retorno de la inversión inferior a los 4 años. Es preciso indicar que este análisis asumió que el precio del BTC, entre el 2021 y 2023, se comporta como una distribución normal, basados en la verificación positiva de 2 de 3 pruebas de normalidad. Sin embargo, conforme se tenga más datos del precio del BTC en un rango más amplio de tiempo, se deberá de aplicar nuevamente dichas pruebas para confirmar la premisa asumida.

Finalmente, debido a que la industria de minado de activos digitales puede ser trasladada fácilmente a las zonas donde se tienen las fuentes de generación eléctrica, y que el requerimiento logístico durante la etapa de operación es ínfimo, estas operaciones presentan características de flexibilidad superiores a industrias convencionales como la minería de componentes metálicos, industria de manufactura, etc. Asimismo, la minería de activos digitales podría representar una opción factible para la creación de demanda energética en zonas con poblaciones pequeñas y/o poco desarrollo industrial, lo cual permitiría viabilizar proyectos de generación que a la fecha no pueden ser desarrollados por falta de proyectos que incrementen la demanda de energía eléctrica. Adicionalmente, la creación de polos de minería de BTC en las principales ciudades del interior del país, podría proporcionar una demanda artificial para viabilizar las políticas de masificación del gas natural.

7.2. Recomendaciones

Si bien, el análisis realizado determinó que la mejor alternativa para el desarrollo del proyecto es el de considerar el suministro eléctrico directamente del SEIN mediante un PPA, también se puede considerar que la opción de generación eléctrica con gas natural podría ser una buena opción en la medida que el proyecto pueda ser escalable. En este sentido, se sugiere realizar nuevas evaluaciones considerando capacidades superiores a los 2MW. Adicionalmente, los resultados de las alternativas que incluyen el gas natural como fuente energética podrían verse mejorados si se considera el precio preferencial en las regiones fuera de Lima.

Por otro lado, el análisis financiero tomó como premisa que la empresa decide convertir todos los BTC generados a moneda convencional (US\$), por lo cual toda la producción está afecta a impuestos. En este contexto, se recomienda evaluar una estrategia contable que minimice la necesidad de conversión para reducir el nivel de tributación y por ende maximizar el valor de los accionistas. Sin embargo, esta estrategia debe de estar acompañada con acciones de mitigación de riesgo para proteger a los accionistas de la volatilidad del BTC, para lo cual se puede considerar el uso de activos menos volátiles como los *stable coins* (USDT por ejemplo).

En línea con el punto anterior, la estrategia contable desarrollada deberá también incluir características que permitan a hacer frente a ciclos volátiles de BTC con precios no favorables. Para ello, se considera que la empresa dueña del proyecto debería de mantener niveles de caja para hacer frente al OPEX y gastos operativos y administrativos durante por lo menos 6 meses. Esta recomendación fue identificada dentro de la evaluación de riesgos para reducir la exposición de la empresa a un evento de paro en la cadena de pagos.

Otro punto para resaltar es la característica modular del proyecto, la cual proporciona una ventaja de adaptación y flexibilidad para movilizarse. Ello permite que las plantas de minería se

desplieguen de manera rápida en distintas áreas geográficas en función de las condiciones comerciales de suministro eléctrico. En este sentido, se sugiere llevar a cabo revisiones anuales de las tarifas de energía eléctrica con la finalidad de detectar zonas potenciales para el desarrollo de nuevos proyectos de minería con precios de energía eléctrica más competitivos.

Dado que el precio del BTC determina directamente en los resultados de la operación, y que las operaciones de minado dependen del suministro eléctrico, es esencial mantener un control riguroso sobre la variable energía. En esta línea, se recomienda incorporar dentro del PPA cláusulas de salida apropiadas y buscar penalidades por incumplimiento en el suministro como medidas para mitigar el riesgo vinculado al suministro. Adicionalmente, se deberán implementar estrategias para gestionar adecuadamente el consumo y producción de energía.

De manera complementaria, se sugiere realizar evaluaciones de otras alternativas considerando sistemas de minado de BTC más complejos. Dentro de este tipo de sistemas se puede considerar tecnología de refrigeración de alto desempeño (*hydrocooling* o *immersion cooling*) lo cual, si bien requiere un incremento en los requerimientos de CAPEX inicial, provee un nivel de producción superior a sistemas de refrigeración forzada convencionales. Estas opciones podrían mejorar los resultados del análisis financiero, toda vez que se trata de un proceso más eficiente.

Finalmente, debido a la ausencia de regulación en el Perú con respecto a las operaciones con criptomonedas, se sugiere mantener una vigilancia constante en los cambios regulatorios que podrían afectar directamente a esta industria. Por otro lado, se recomienda desarrollar planes de contingencia que permitan tomar acciones rápidas frente a la implementación de barreras burocráticas que afecten las operaciones con criptomonedas. Todo lo antes mencionado deberá de ser incluido dentro del plan de salida del proyecto.

Referencias

- Abel, & Abel. (2022, 22 abril). *Precio del gas natural en el Perú - información completa*. Precio de los Combustibles en Perú. <https://www.preciocombustible.com/precio-del-gas-natural/>
- Alva, M. (2022, 27 de octubre). UIF da primer paso para regular empresas que ofrecen criptomonedas. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/economia/empresas/criptomonedas-uif-da-primer-paso-para-supervisar-a-empresa-que-ofrecen-criptomonedas-lavado-de-activos-noticia/>
- ASIC Miner Value (2023). *BitMain AntMiner S19J Pro (100TH) Profitability*. Consultado el 8 de noviembre de 2023. <https://www.asicminervalue.com/miners/bitmain/antminer-s19j-pro-100th>
- Banco Central de Reserva del Perú (noviembre 2021). *Reporte de Estabilidad Financiera*. *Recuadro 9 Regulación de Criptomonedas en el Mundo*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Estabilidad-Financiera/2021/noviembre/ref-noviembre-2021-recuadro-9.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú (2023). *Informe macroeconómico: I Trimestre de 2023*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Notas-Estudios/2023/nota-de-estudios-36-2023.pdf>
- Blandin, A., Pieters, G. C., Wu, Y., Dek, A., Eisermann, T., Njoki, D. & Taylor, S. (2020). 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3700822>

Burgasí, D., Cobo, D., Pérez, K., Pilacuan, R., y Rocha, M. (2021). *El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: Una revisión de los últimos 7 años*.

Revista Electrónica TAMBARA, 14(84), 1219.

https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf

BYBIT. (2023, 07 de noviembre). *Explained: What Is Hashing in Blockchain?*

<https://learn.bybit.com/blockchain/what-is-hashing-in-blockchain/>

Cambridge Judge Business School. (2021, 21 de enero). *3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study - CCAF publications*. <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/3rd-global-cryptoasset-benchmarking-study/>

Castro, A. (2020, 13 de noviembre). *¿Se acerca la regulación del uso de estos activos en el país? Las criptomonedas en el Perú*. Diario Oficial El Peruano.

<https://elperuano.pe/noticia/108006-las-criptomonedas-en-el-peru>

COES. (s.f.). *Comité de Operación Económica de Sistema*. Consultado el 10 de noviembre de 2022 en <https://www.coes.org.pe/Portal/portalinformacion/VisorPowerBI>

Damodaran, A. (2023a). *Betas by Sector (US)*. Consultado el 15 de diciembre de 2023 en

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

Damodaran, A. (2023b). *Historical Returns on Stocks, Bonds and Bills: 1928-2023*. Consultado el 15 de diciembre de 2023 en

https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

Decreto Ley 25844. *Ley de Concesiones Eléctricas*. Presidencia de la República del Perú (1992).

Decreto Supremo N° 040-99-EM. Aprueban Reglamento de la Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural. Ministerio de Energía y Minas (1999).

Decreto Supremo N° 042-99-EM. Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos. Ministerio de Energía y Minas (1999).

Decreto Supremo N° 027-2008-EM. Aprueban Reglamento del Comité de Operación Económica del Sistema (COES). Ministerio de Energía y Minas (2008).

Decreto Supremo N° 022-2009-EM. Aprueban Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad. Ministerio de Energía y Minas (2009).

De Kwaasteniet, A. (2022). Bitcoin and its energy consumption. *Medium*.

<https://medium.com/coinmonks/bitcoin-and-its-energy-consumption-ed0b27017345>

De Vries, A., Gellersdörfer, U., Klaaßen, L., & Stoll, C. (2022). Revisiting Bitcoin's carbon footprint. *Joule*, 498-502. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.02.005>

EZ Blockchain. (2023). Ez Smartbox™ Mobile Mining Container.

<https://ezblockchain.net/smartbox/>

Fosso Wamba, S., Kala Kamdjoug, J.R., Epie Bawack, R. & Keog, J.G. (2018). Bitcoin, Blockchain and Fintech: a systematic review and case studies in the supply chain. *Production Planning & Control*, 115-142.

<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1631460>

Gas Natural de Lima y Callao S.A. [Cálidda]. (2024). Pliego Tarifario del servicio de distribución de gas natural y Competitividad esperada de Gas Natural versus sustitutos. <https://www.calidda.com.pe/media/3hjpeant/pt-enero-2024-y-competitividad-esperada.pdf>

- Gold, A. (2022). How to Finance a Bitcoin Mining Operation in 2022. *Hashrate Index*.
<https://hashrateindex.com/blog/how-to-finance-a-bitcoin-mining-setup-a-guide-for-retail-investors-and-institutions/>
- Herrera, P. (2023, 3 de mayo). *¿Fin del mercado bajista de bitcoin?*. El Financiero.
<https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/paola-herrera/2023/05/03/fin-del-mercado-bajista-de-bitcoin/>
- Huang, J., O'Neill, C. & Tabuchi, H. (03 de setiembre de 2021). Bitcoin Uses More Electricity Than Many Countries. How Is That Possible? *The New York Times*.
<https://www.nytimes.com/interactive/2021/09/03/climate/bitcoin-carbon-footprint-electricity.html>
- Kim, C. (2020, 26 de abril). *The Rise of ASICs: A Step-by-Step History of Bitcoin Mining*. CoinDesk. <https://www.coindesk.com/tech/2020/04/26/the-rise-of-asics-a-step-by-step-history-of-bitcoin-mining/>
- Kraft, T. (2022). *The Business Models of Bitcoin Mining. A case study on the Bitcoin mining industry in Sweden*. Digitala Vetenskapliga Arkivet [DiVA]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1695506/FULLTEXT01.pdf>
- Kroll, J. A., Davey, I.C. & Felten, E.W. (2013). The economics of Bitcoin mining, or Bitcoin in the presence of adversaries. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:2794725>
- Ley 27133. Ley de Promoción del Desarrollo de la Industria del Gas Natural. Congreso de la República del Perú (1999).
- MacroMicro. (s.f.). *Bitcoin - Average Mining Costs*. MacroMicro. Consultado el 13 de diciembre de 2023 en <https://en.macromicro.me/charts/29435/bitcoin-production-total-cost>

MacroTrends. (s.f.). *10 Year Treasury Rate - 54 Year Historical Chart*. MacroTrends.

Consultado el 15 de diciembre de 2023 en <https://www.macrotrends.net/2016/10-year-treasury-bond-rate-yield-chart>

Maiti, M. (2022). Dynamics of bitcoin prices and energy consumption. *Chaos, Solitons & Fractals*. <https://doi.org/10.1016/j.csf.2022.100086>

Martindale, J. (2021, 15 de marzo). What is an ASIC miner? *DigitalTrends*.

<https://www.digitaltrends.com/computing/what-is-an-asic-miner/>

Mayer Brown. (2022). EU Regulation of Crypto-Assets (MICA): EU Parliament publishes report and votes on “Proof of Work” in the context of sustainability. *Perspectives & Events*.

<https://www.mayerbrown.com/en/perspectives-events/publications/2022/03/eu-regulation-of-crypto-assets-mica-eu-parliament-publishes-report-and-votes-on-proof-of-work-in-the-context-of-sustainability>

Ministerio de Energia y Minas. (2019). *Libro Anual de Recursos de Hidrocarburos*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2172621/%20Libro%20Anual%20de%20Recursos%20de%20Hidrocarburos%20del%202019.pdf?v=1631553429>

National Renewable Energy Laboratory, The [NREL]. (2021). *Annual Tecnology Baseline*.

https://atb.nrel.gov/electricity/2021/financial_cases_&_methods

Neuro, B. (2023, 13 de octubre). *Bitcoin: un rayo de esperanza en un mercado de criptomonedas incierto*. Yahoo Finance.

<https://es-us.finanzas.yahoo.com/noticias/bitcoin-rayo-esperanza-mercado-criptomonedas-083000729.html>

Pinkerton, J. (2023, 14 de noviembre). The History of Bitcoin, the First Cryptocurrency. *U.S.*

News. <https://money.usnews.com/investing/articles/the-history-of-bitcoin>

- Redman, J. (2022, 12 de abril). 13,233 Blocks Found by 16 Pools — A Look at the Top Bitcoin Mining Pools in Q1 2022. *Bitcoin.com*. <https://news.bitcoin.com/13233-blocks-found-by-16-pools-a-look-at-the-top-bitcoin-mining-pools-in-q1-2022/>
- Statista. (s.f.). Bitcoin (BTC) price per day. Consultado el 13 de diciembre de 2023 en <https://www.statista.com/statistics/326707/bitcoin-price-index/>
- Statista. (2022). *Distribution of Bitcoin mining hashrate from September 2019 to January 2022, by country*. <https://www.statista.com/statistics/1200477/bitcoin-mining-by-country/>
- Statista. (2023). *Peru: Inflation rate from 1988 to 2028*. <https://www.statista.com/statistics/459336/inflation-rate-in-peru/>
- Superintendencia de Banca y Seguros. (s.f.). *Tasa de Interés Promedio de las Empresas Financieras*. Consultado el 15 de diciembre de 2023 en <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=F>
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A. & García, R. (2014). *La Industria del Gas Natural del Peru a Diez Años del Proyecto Camisea*. Osinergmin.
- Wieczner, J. (2023, 1 de mayo). *Is the Federal Government Trying to Kill Off Crypto? The industry sure thinks so — even as the White House denies it*. *Intelligencer – New York Magazine*. <https://nymag.com/intelligencer/2023/05/is-the-federal-government-trying-to-kill-off-crypto.html>
- Yahoo Finance. (s.f.). *Bitcoin USD (BTC-USD)*. Consultado el 13 de diciembre de 2023 en <https://finance.yahoo.com/quote/BTC-USD?p=BTC-USD&.tsrc=fin-srch>

Apéndice A: Carta de autorización para la realización de tesis



Lima, 15 de marzo de 2023

Señores Oficina de Tesis PUCP

Presente.-

Asunto.- Carta de autorización para la realización de tesis

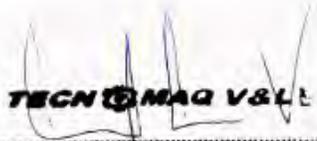
De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a ustedes para saludarlos y, a la vez, autorizar por medio de la presente carta la realización del BUSINESS CONSULTING a la empresa TECNOMINE, identificada con la razón social TECNOMAQ V&L S.R.L con RUC N°20340499710 para la tesis de grado académico de:

- Farfán Salazar, Luis Miguel – DNI 47577739
- Liza de Souza, Franco Alexander – DNI 07485481
- Quispe Salcedo, Romy Noelia – DNI 42011276
- Velasquez Nano, Ronald Junior – DNI 46394695

Sin otro particular, quedamos de ustedes, agradeciendo la atención prestada.

Atentamente,



TECNOMAQ V&L
Ing. Carlos J. León Velásquez
 DNI: 43039263
 APODERADO

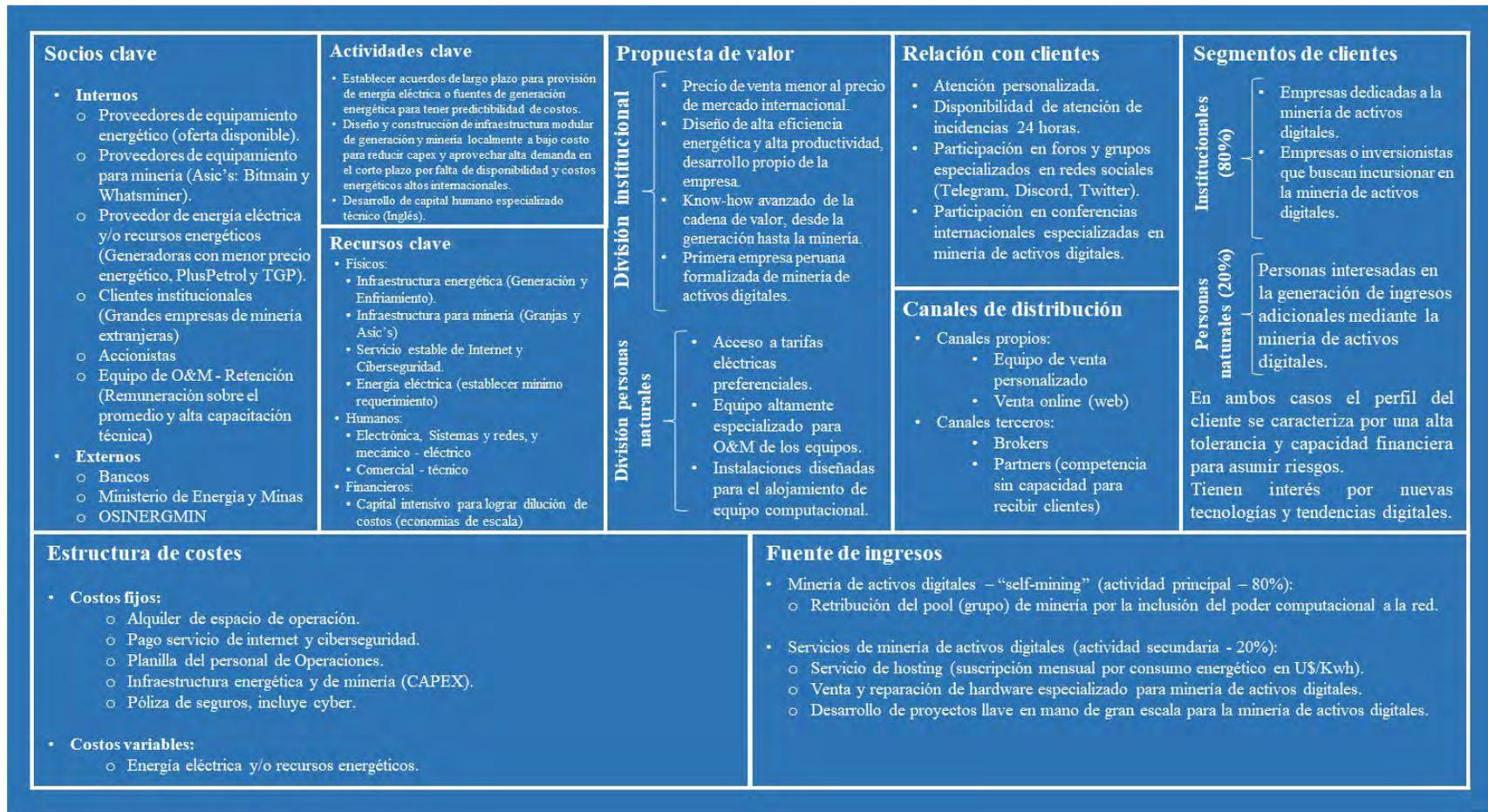
Carlos Javier León Velasquez
 Apoderado
 DNI 43039263

OFICINA SURQUILLO LIMA - PERU	PLANTA GENESIS LURIN LIMA - PERU	CONTACTO ✉ contacto@tecnomine.pe 🌐 https://www.tecnomine.pe 🌐 https://www.linkedin.com/company/tecnomine 🐦 https://www.twitter.com/tecnominepe
--	---	---

Apéndice B: Business Model Canvas (BMC)

Figura B1

Esquema gráfico del Business Model Canvas (BMC)



Apéndice C: Análisis de Contexto Interno y Externo

Figura C1

Matriz de identificación de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primera empresa peruana formalizada de minería de activos digitales. • Conocimiento técnico especializado. • Experiencia en operación de granjas de minado. • Cartera de clientes existente y proyectos en funcionamiento. • Posibilidad de desarrollo de granjas de minería portátil, con y sin autogeneración. • Presenta un tipo de servicio para personas naturales interesadas en la generación de ingresos adicionales. • Proporciona remuneraciones atractivas para el personal (sobre el promedio del mercado). • Relaciones comerciales con los principales fabricantes de rigs para minería digital. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mercado emergente en Perú. • Negociación de contratos de abastecimiento de energía eléctrica con tarifas competitivas • Acceso a fuentes de energía para autogeneración (gas natural). • Acceso a clientes a nivel mundial (negocio sin barreras). • Capacidad energética del país disponible. • Precios de energía eléctrica dentro de un mercado competitivo. • Industria descentralizada, las operaciones pueden trasladarse hacia el punto generación de energía eléctrica. • Tributación vinculada exclusivamente a los montos realizados (incorporados al sistema financiero convencional). • Requerimiento de servicios por parte de empresas de mayor envergadura (tercerización).
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activo fijo de minado (ASICs) no puede ser revalorizado luego de la depreciación. • Know-how de la cadena de valor de producción de energía eléctrica. • Capacidad de consumo actual no permite ser clasificado como cliente libre. • Estructura de personal es compacta por lo cual rotación de trabajadores puede afectar las operaciones. • Restricción de CAPEX. • La operación requiere capital de trabajo para sostener el OPEX lo cual requiere la conversión monetaria. • Planta industrial actual no posee capacidad energética para continuar el crecimiento. • No se cuenta con referentes en el mercado local para benchmarking. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de marco regulatorio, no se conoce las reglas de juego en el mercado peruano. • Dependencia del proveedor de energía eléctrica (distribuidor). • Avance en el desarrollo tecnológico acelera obsolescencia de activo fijo principal (ASICs). • Industria volátil que requiere capacidad financiera para asumir riesgos. • Ausencia de tributación específica para transacciones en criptomonedas. • Personal altamente especializado no disponible en el mercado. • Industria controversial que no es aceptada por los principales organismos financieros internacionales. • Requiere un manejo contable minucioso para evitar inconvenientes con SUNAT. • Delincuencia común y organizada.

Apéndice D: Ficha Técnica del Equipo de Generación de Energía Eléctrica y Proforma**TECNOMAQ V & L S.R.L****GRUPO ELECTRÓGENO 2MW A GAS
NATURAL****COTIZACION ESB-0175-15/04/2023**

DISTRIBUIDORA CUMMINS PERU SAC – *Cummins Confidential*
Av. Argentina 4453, Callao, Lima, Perú - Teléfono: (51-1) 614-7979 - Fax: (51-1) 615-8410
<http://cumminsperu.pe/>



ESB-0175

Lima, 15 de Mayo del 2023

Señores

TECNOMAQ V & L S.R.L

Atención : Carlos León

Referencia : Grupo electrógeno a Gas Natural 2MW - 0.48KV

Estimados señores:

Atendiendo su gentil solicitud, presentamos a Uds. nuestra cotización por los grupos electrógenos de la referencia.

ALCANCES DE LA OFERTA**(I) PROPUESTA TECNICA GE C2000N6CD**

GRUPO ELECTRÓGENO A GAS NATURAL MARCA CUMMINS POWER GENERATION, DE FABRICACION INGLESA (INGLATERRA), MODELO C2000 N6C MI 78+, CON CERTIFICACION ISO 9001, EL CUAL PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

Marca :	Cummins Power Generation
Modelo :	C2000 N6CD
Cantidad :	1 Equipos
Potencia Continua :	2000 Kw (*1)
Voltaje de Operación :	0.48 KV / 3 ph
Frecuencia :	60 Hz
Combustible :	Gas Natural
Condiciones del Equipo :	Nuevo
Año de fabricación :	2013
Contenerizado :	De fábrica Cummins UK

a) MOTOR

MARCA	: CUMMINS
MODELO	: QSV91 G
TIPO	: Motor de Combustión a Gas, encendido por Chispa.
POTENCIA CONTINUA NETA	: 2108 KWm (2826 bhp)
VELOCIDAD	: 1514 RPM (1800 RPM Máx)
ASPIRACION	: Turboalimentado y post-enfriado, con filtros de aire de elementos descartables, montados directamente sobre los ductos de ingreso de aire del turbocargador.
No DE CILINDROS	: 18 en "V", con 4 válvulas por cilindro
No DE TIEMPOS	: 4
SISTEMA ELECTRICO	: 24 VDC (Ver accesorios)
REGULADOR DE VELOCIDAD	: Gobernador electrónico
SISTEMA DE REFRIGERACION	: Por agua, equipado con bomba de agua movido por engranajes del motor para los circuitos de HT y LT. Incluye el



	suministro e instalación de termostatos de HT y LT sobre el motor.
CALENTADORES DE MOTOR	: Cuenta con 02 calentadores de elementos resistivos termostáticamente controlados, montados en el block del motor. La operación automática de los calentadores mantiene el sistema del motor en la temperatura de arranque. Los calentadores trabajan con una bomba simple de circulación de agua.
SISTEMA DE LUBRICACION	: Consta de una bomba eléctrica para presurizar el Sistema de aceite de Lubricación cuando el motor está parado. La bomba opera sobre un ciclo intermitente con un motor de 400W (Ver accesorios).
RESPIRADERO DEL CARTER	: Es del tipo "Abierto", donde la tubería de ventilación es llevado a la atmósfera por el Instalador. Es equipado con un filtro de elemento descartable.
CENSE	: Sistema Cummins, para el monitoreo de la temperatura de escape del cilindro en conjunto con el Panel de Control (GCP).
RELACION DE COMPRESION	: 12.5 : 1
DIAMETRO x CARRERA	: 7.09" x 7.87" (180mm x 200mm)
CILINDRADA	: 91.6 litros
SISTEMA DE PROTECCION	: Parada automática de motor por falla de baja presión de aceite, alta temperatura de agua, bajo nivel de agua, sobrearranque y sobrevelocidad.
b) ALTERNADOR	
MARCA	: CUMMINS - STAMFORD
TIPO	: El alternador es multipolo, de 2 rodamientos, sin escobillas, de campo rotativo, bobinados de 2/3 paso.
SISTEMA DE EXCITACION	: Tipo PMG, magneto permanente, lo cual da la ventaja de aislar el sistema de excitación de efectos de distorsión de cargas no lineales.
ACCESORIOS	: El alternador está equipado con resistencia deshumecedora y sensores de temperatura en el estator y en los rodamientos del mismo.
POTENCIA	: 2000 KW(OPCION CONFIGURABLE)
FACTOR DE POTENCIA	: 0.8
VOLTAJE	: 480 V.
Nº DE FASES	: Trifásico
FRECUENCIA	: 60 Hz
AISLAMIENTO	: Clase H
REGULACION DE VOLTAJE	: +/- 1 %
c) BASE Y ARMADO	
El motor y alternador están montados sobre una base común de acero estructural tipo patín. Entre el motor y el alternador se instala un caja de	



engranajes para convertir los 1514 RPM del motor a los 1800 RPM que necesita el alternador.

d) **PANEL DE CONTROL DEL GRUPO ELECTROGENO (PCC3300)**

- El GCP es un Panel de Control autoportado que integra las funciones de Control, Monitoreo y Protección para Grupos Electrógenos CUMMINS a Gas Natural de quema pobre. Está conformado de una Interfase Máquina Hombre (HMI), del Supervisor Power Command (PCS).
- El Control está diseñado y probado para operar el Generador en barra aislada solo o en paralelo, o en paralelo con la red comercial (Con reparto de cargas).
- El Control Power Command es listado UL508 y está diseñado para operar entre 0° C y 50° C.
- Tiene la posibilidad del control y monitoreo remoto del GE, a través de su Protocolo Modbus estándar o Modbus Plus opcional.
- El gabinete metálico del Panel, cumple con las Normas de Protección Ambiental NEMA 3R/IP54.
- El Panel puede ser instalado al lado del GE o remotamente hasta una distancia de 100m del GE.
- Muestra los datos del alternador, motor y dispositivos auxiliares en pantallas de aplicación, así como información de fallas.
- La función principal del HMI es leer y mostrar datos. La información de fallas y los datos en tiempo real son proporcionados por el Supervisor Power Command (PCS), el controlador del motor o el PLC
- Las pantallas de aplicación y de información de fallas son:
 - ✦ Pantalla Principal del Generador.
 - ✦ Sistema de Gas
 - ✦ Datos del Alternador.
 - ✦ Datos del Motor.
 - ✦ Datos de Ingeniería 1 y 2
 - ✦ Pantalla Mímico de Auxiliares
 - ✦ Pantalla de Setup y Configuración
 - ✦ Resumen de Alarmas.
 - ✦ Histórico de Alarmas.
- El PCC es un microprocesador basado en el Monitoreo, Medición y Sistema de Control del Grupo electrógeno. Está integrada dentro del Panel GCP.
- Incorpora las siguientes características importantes:
 - ✦ Regulador de Voltaje.
 - ✦ Sincronizador (En voltaje, fase y frecuencia).
 - ✦ Reparto de cargas (KVAR y Kw) en barra aislada.
 - ✦ Control de carga kW en paralelo con la red comercial.
 - ✦ Control de factor de potencia en paralelo con la red comercial.
 - ✦ Medición analógica y digital del alternador.
 - ✦ Protección AmpSentry del Alternador.
 - ✦ Sistema de Monitoreo de baterías.
- El panel frontal de la unidad está formada por una membrana simple impermeable que protege a sus componentes internos contra el polvo, los residuos de escape, aceite y los contaminantes del aire.
- Incluye lo siguiente:

Selectores y Pulsadores de Control:



- † Selector de tres posiciones: Marcha/Parada/Auto (RUN/OFF/AUTO). Permite el arranque y parada del GE localmente o permite el arranque/parada desde una posición remota.
- † Selectores de Selección de Menú.
- † Selector de Menú Principal.
- † Selector de Luces de Panel.
- † Selector de prueba.
- † Selector de Reposición (RESET).
- † Pulsador de Parada de Emergencia. Capacidad para adicionar pulsadores de parada de emergencia remota.
- † Selector de Amperímetro y Voltímetro.
- † Menú de Ajustes. Permite al operador fijar los parámetros básicos del GE. Los parámetros críticos son regulados solo vía un código de acceso de seguridad.

Indicadores de alarma y estado:

- † Pantalla alfanumérica de 2 líneas con 16 caracteres por línea. Visualiza el estado y los mensajes de alarmas del Grupo electrógeno.
- † Indicador de No Auto (LED intermitente)
- † Indicador de Alarma (LED Ambar)
- † Indicador de Parada por falla (LED Rojo)

Medición Analógica AC:

- † Kilovatímetro en porcentaje de carga 0-125%.
- † Frecuencímetro 45-65Hz.
- † Voltímetro AC con doble escala.
- † Amperímetro AC en porcentaje de nominal 0-125%. Voltaje de baterías de arranque.

Medición digital del motor:

- † Voltaje de baterías de arranque.
- † Temperatura del agua de refrigeración.
- † Horas de funcionamiento del motor.
- † Contador de arranques.
- † Presión de aceite.
- † Velocidad en RPM.
- † Sobrevelocidad.
- † Falla del magnetic pick up.

Medición digital del Generador:

- † Tensión de salida, Línea-línea y Línea-Neutro.
- † Corriente de salida, tres líneas.
- † Potencia de salida KW.
- † Factor de Potencia de salida.
- † Contador de Energía KWH.
- † Frecuencia de salida.
- † Trabajo del gobernador y del excitador del alternador en %.

Funciones de Protección del Generador - Sistema AmpSentry: Proporciona verdadera protección al generador, siendo mas completo y confiable comparado a un interruptor termomagnético convencional.

- † Alarma Sobre carga.
- † Alarma y Parada Sobre corriente (51)
- † Parada Cortocircuito (50).
- † Parada Sobre Voltaje (59).
- † Parada Bajo Voltaje (27).
- † Parada Baja Frecuencia (81U).
- † Parada Potencia Activa Inversa (32).



- * Parada por pérdida de excitación (40).
- * Parada falla de cierre del interruptor.
- * Verificación de sincronismo (25).
- * Alarma/parada falla de sincronización.
- * Parada secuencia de fases.
- * Parada Potencia Reactiva Inversa.

Funciones de Protección del Motor:

- * Parada Sobre velocidad.
- * Parada Baja Presión de Aceite.
- * Alarma Baja Presión de Aceite.
- * Alarma falla sensor de Presión de aceite.
- * Parada Alta Temperatura de Agua.
- * Alarma Alta Temperatura de Agua.
- * Alarma falla sensor de temperatura de agua.
- * Alarma o parada Bajo Nivel de Agua (Opcional en algunos modelos de generadores).
- * Alarma Baja Temperatura de Agua.
- * Alarma Sobre o Bajo Voltaje de Baterías.
- * Alarma Batería Débil.
- * Parada por Batería deteriorada.
- * Parada Sobre Arranque.
- * Parada Falla de arranque.

e) ACCESORIOS

- * Contenedor insonorizado de 40 pies, fabricado en UK con nivel de ruido 85db 7mts en campo abierto.
- * Válvula principal para el control automático del suministro de gas, incorporando un control de corte seguro (Instalado)
- * Manguera flexible reforzada para la conexión de la tubería de suministro de gas al motor (*) (Suelto)
- * Sistema de regulación de presión del gas (0.5 a 6.0 barg). Para uso donde la presión del suministro de gas del Cliente está en el rango de 0.5 a 6.0 barg, para regular la presión a la requerida por el motor. Se incluye filtro y válvula de corte manual (*) (Suelto).
- * Conexiones y mangueras flexibles para el sistema de Refrigeración HT y LT, a ser instalados por el Cliente (Suelos)
- * Radiador Remoto de plataforma. Completo con tanques de expansión sueltos (*) (suelto).
- * 02 tubos flexibles de acero inoxidable para absorber el movimiento y vibraciones del motor a la tubería de escape (Suelto)
- * 01 silenciador tipo industrial con dos ingresos (Para conectar los dos bancos de cilindros del motor) y una salida para (*) (Suelto)
- * Filtros de aceite de lubricación tipo duplex con elementos descartables (*) (Instalados en motor)
- * Válvula de control automática para mantener el aceite de lubricación del motor en un nivel constante (*).
- * Mangueras flexibles para conectar el Sistema de Lubricación de aceite a las tuberías y tanque de aceite a suministrar por el Instalador (*) (Suelto)
- * Resilentes antivibratorios tipo resorte para la instalación del grupo sobre la base de cimentación del Cliente (*) (Suelos)
- * Motor-Arrancador eléctrico fijado en fábrica (*).
- * Cables de batería con bornes y terminales para conectar las baterías al motor arrancador (*).



- Cargador de baterías estático de 24V, para montaje en pared (*) (Suelto)
- 04 Baterías de 12 VDC (Sultos)
- Juego de manuales
- SERVICIO DE COMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA
- SERVICIO DE CAPACITACION
- SERVICIO DE INGENIERIA

(*) Accesorios u Opciones consideradas dentro del Suministro.

NO INCLUYE EN ESTA PROPUESTA:

SERVICIO DE TRANSPORTE E INSTALACION
 SISTEMA DE COGENERACION
 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
 SISTEMA DE MEDICION DE EMISIONES
 RESILENTES ANTISISMICOS
 SUMINISTRO DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL
 TABLERO DE SINCRONISMO Y PARALELISMO DE GRUPO CON LA RED
 SUMINISTRO DE TRANSFORMADOR ELEVADOR A 10KV Y CELDA MT
 ESTACION DE REGULACION Y MEDICION (ERM) Y TUBERIAS DE GAS (4bar)
 OBRAS CIVILES Y LOSA DE CIMENTACION
 PERMISOLOGIA Y TRAMITES ANTE MEM, OSINERGMIN, PRODUCE

NOTA IMPORTANTE: Este metrado solo incluye lo ofertado, cualquier partida o accesorio que no esté contemplado y que es de necesidad y /o a solicitud del cliente, será materia de presupuesto adicional.

TYPICAL CONTAINER LAYOUT DRAWING





VENTAJAS TÉCNICAS Y COMERCIALES DE LA PROPUESTA

- "The power of one": El conjunto Generador-Motor-Control es marca CUMMINS (todo del mismo fabricante), lo que proporciona mayor confiabilidad y seguridad de operación además de asegurar la disponibilidad de repuestos, servicios de mantenimiento y servicio posventa, contamos con técnicos especializados en motores, en generadores y en los controles de nuestros grupos electrógenos en la misma ciudad donde se instalará los equipos.

The Power of One **coordinated components**



- Los Grupos Electrógenos CUMMINS son diseñados y fabricados en instalaciones certificadas con la norma ISO 9001.
- Marca reconocida a nivel mundial: Los sistemas de PowerCommand® están instalados en miles de aplicaciones en todo el mundo, incluso en sistemas de distribución y generación eléctrica, plantas industriales, edificios comerciales, hospitales, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de transporte y gasoductos.
- Se incluye en nuestra propuesta un dispositivo para monitoreo remoto PCS00 de Cummins (opción de monitorear, encender y apagar el grupo electrógeno en cualquier parte del mundo a través de internet).
- Los modelos PowerCommand™ ofrecen una protección integrada al grupo electrógeno. Sistema AmpSentry: proporciona verdadera protección al generador, siendo más completo y confiable comparado a un interruptor termomagnético convencional. Es decir además de la protección por medio de interruptor termomagnético externa al equipo, nuestros grupos electrógenos cuentan con un sistema de protección integrado al control del grupo electrógeno.
- Los grupos electrógenos cuentan con el módulo Powercommand 3.3, el más avanzado de Cummins el cuál integra funciones de sincronismo y reparto de carga, con lo que el cliente si en un futuro decide instalar un grupo para operación en paralelo con el actual, no necesitará adicionar módulos de sincronismo, esto genera un ahorro al cliente.



- Los grupos electrógenos cuentan con el módulo Powercommand 3.3, el más avanzado de Cummins el cuál integra la función PTC (Power Transfer Control), por lo que el módulo puede gobernar una secuencia de transferencia (cerrada o abierta) entre un grupo electrógeno y un suministro de red. Queda a cargo del cliente el suministro de los interruptores de fuerza.
- El módulo de control cuenta con operación en paralelo extendido en modo carga base, el operador setea el valor de carga base y activa el modo paralelo extendido. (El cliente debe asegurar una demanda de carga por encima del valor seteado de carga base para evitar exportación de potencia a la red.
- La puesta en marcha y comisionamiento en sitio es realizado por un especialista de Cummins, lo que garantiza un ajuste y calibración de alta calidad.
- Para soporte técnico y post-venta el cliente solo trata con nosotros pues somos fabricantes de la totalidad de los elementos del sistema por lo que la garantía es integral, a diferencia de sistemas que incluyen varias marcas distintas y el cliente debe tratar con muchos proveedores, esto hace que la solución del problema sea más compleja y difícil de encontrar.



NOTAS SOBRE LA PROPUESTA

- Toda obra civil será por parte del cliente, canaletas, vanos de ventilación, base de cimentación, ductos, casa de fuerza, etc.
- La entrega de los equipos se realiza en los almacenes de Distribuidora Cummins Perú en la ciudad de Lima. No incluye transporte a sitio.
- La propuesta solo incluye el suministro del grupo electrógeno en contenedor insonorizado y equipos periféricos, no está incluido ninguna instalación mecánica, eléctrica (cables de fuerza ni tampoco cables de control), interconexiones o trabajos civiles en sitio.
- Para la instalación mecánica los equipos de maniobras necesarios como grúas y montacargas serán a cuenta del cliente.
- Los periféricos: silenciador, radiador remoto, se entregan sueltos para transporte, no incluye montaje mecánico en sitio.
- De requerirse, el cliente se hace cargo de los permisos municipales, generación o ambientales.
- No se considera el suministro de combustible para las pruebas de combustible, estará a cargo del cliente.
- Se contempla que los grupos electrógenos trabajaran siempre en paralelo con el suministro de red, en peakshaving, en horas picos o en modo continuo y que las cargas auxiliares serán alimentados desde la red.
- Es responsabilidad del cliente realizar un adecuado y gradual ingreso y retiro de cargas, con pasos de carga adecuados para evitar una sobrecarga en el grupo electrógeno.
- El cliente es responsable de proveer al equipo de un combustible con los componentes adecuados en cuanto a contaminantes, poder calorífico, caudal, índice de metano, humedad y presión limitados y recomendados por fábrica Cummins para el equipo propuesto.
- No incluido puesta a tierra, obras civiles, base de cimentación, estudios de suelos, movimiento de tierras y traslado de desmonte de tierra.
- Es responsabilidad del cliente garantizar una adecuada ventilación del grupo y el radiador remoto.
- No incluye ingeniería de detalle o estudios y cálculos a detalle de ruido, sismicidad o similar.
- La propuesta incluye una garantía de los equipos por 1 año de operación con horas limitadas.
- No incluye tableros eléctricos con interruptor motorizado, celdas en media tensión, cables de energía ni tampoco el dimensionamiento o selección de resistencias de puesta a tierra. El cliente estará a cargo de realizar un estudio de coordinación de protecciones e instalar todas las protecciones y relés requeridos.
- No está incluido el cableado de fuerza y control desde los bornes del alternador hacia el tablero con interruptor motorizado.
- Para garantizar la máxima vida útil del equipo, el mantenimiento está basado en el documento LCC (Life cycle Cost), el cuál es una guía que considera las mejores prácticas de mantenimiento logradas por medio de un contrato de mantenimiento donde las intervenciones son hechas 100% por el distribuidor Cummins.
- Para lograr las 60.000 horas indicadas en el LCC, existen diversos requisitos (y notas) de instalación, operación, mantenimiento, combustible, etc. que deben ser satisfechos por el cliente en sus instalaciones.
- El documento oficial de mantenimiento es el Manual de Servicios de fábrica Cummins, este es el documento base en caso sea necesario alguna revisión posterior.
- No incluye sistema contra incendio de detección ni de extinción.



- Las actividades que no están prevista en el presente presupuesto serán considerados como adicional.
 - Consideraciones respecta al Gas:
 - El proveedor del gas asegurará el gas requerido para la operación del grupo electrógeno, a una presión de ingreso máxima de 4 BAR.
 - Índice de metano del Gas de Calidad será de 78+
- Si en algún momento durante las operaciones el índice de Metano cayera por debajo de 78+ o cambien los parámetros de presión, temperatura o composición de gases pesados como: C₃H₈, C₄H₁₀, C₅H₁₂, C₆H₁₄, no será responsabilidad de DCP la pérdida de capacidad de generación, detonaciones y paradas que ello origine.



(II) **PROPUESTA ECONÓMICA DEL GRUPO C2000 N6C (SIN IGV):**

ITEM	DESCRIPTION	UND	CANT	UNIT PRICE	SUB-TOTAL
1	GRUPO ELECTROGENO A GAS NATURAL CUMMINS POWER GENERATION modelo C2000 N6CD, 0.48 KV, de 2000Kw de potencia efectiva al 100% hasta 1000msnm, incluye: -Puesta en marcha - Contenedor insonorizado de Fábrica, nivel de ruido 85db @ 7mts	Und	1	1,101,694.92	1,101,694.92
Total Valor Venta (SIN IGV)				US \$	1,101,694.92
I.G.V. (18%)				US \$	198,305.08
PRECIO VENTA TOTAL				US \$	1,300,000.00

- FORMA DE PAGO : **A convenir**
- TIEMPO DE ENTREGA : Grupo + Cabina : 06 semanas, a partir de O/C y pago de la cuota inicial.
- GARANTIA : Un (01) año, sin límite de horas, a partir de la puesta en funcionamiento. La cobertura y limitaciones de esta garantía se registrarán de acuerdo a la carta de garantía de fábrica, la cual se entregará conjuntamente con los manuales a la entrega física del equipo.
- VALIDEZ DE OFERTA : 30 días

Muy atentamente,

Jorge Escobar León
Gestor de Negocios ESB - División Energía
DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C
Teléfono: (511) 614 7979 Anexo: 1014
Celular: 997548078
www.cumminsperu.pe



TERMINOS Y CONDICIONES COMERCIALES GENERALES

1. Alcances:

- La propuesta no incluye capacitaciones especializadas en los productos suministrados. Sólo se incluye una charla corta (menos de 1 hora) sobre la operación básica del Grupo Electrónico, la cual estará a cargo nuestro personal técnico y se realizará durante la puesta en marcha.

- La presente oferta no incluye el servicio de mantenimiento. El cliente debe tener conocimiento de que luego que el Grupo Electrónico sea despachado de nuestro almacén e incluido durante todo el tiempo que permanezca bajo almacenamiento en el local del cliente (antes de su operación), el equipo debe ser inspeccionado al menos cada 6 meses a fin de evaluar si requiere mantenimiento. Los filtros de combustible, de aceite, de refrigerante e inclusive el aceite podrían requerir cambio ya que se también se degradan con el tiempo.

- La presente oferta no incluye el suministro y proceso de llenado de combustible para el combustible, puesta en marcha, operación o cualquier tipo de prueba de los equipos en local del cliente.

- Se contempla que los grupos electrónicos trabajaran siempre en paralelo con el suministro de red y las cargas auxiliares serán alimentados desde la red.

- De requerirse un estudio de coordinación de protecciones estará a cargo del cliente así como también la instalación de los equipos necesarios.

- A menos que se indique lo contrario, la presente propuesta no incluye el trámite ante Osinergía por permisos de generación de energía ni por uso de tanques de combustible superiores a 1000 litros. Será responsabilidad del cliente el trámite del ITP respectivo.

- La presente oferta no incluye ningún tipo de diseño y/o construcción de Obra Civil necesaria para la instalación de los Grupos Electrónicos, tales como: Alimentación, Sistema de Puesta a Tierra y de protección contra descargas atmosféricas, cassetas para tuberías de combustible o para cables de fuerza y control, casetas de fuerza o techos de protección contra intemperie. Cummins Perú solo proporcionará las dimensiones y peso de equipos.

- A menos que se indique lo contrario, la presente propuesta no incluye el servicio de Montaje e Instalación electromecánica en sitio del Grupo Electrónico y demás accesorios especificados como sueltos.

- A menos que se indique lo contrario, la presente propuesta no incluye el servicio de transporte de los suministros hasta los almacenes del cliente. El cliente deberá recoger los suministros en nuestros almacenes del Callao.

- Cualquier otro requerimiento técnico no descrito claramente en esta propuesta, será cotizado como un adicional.

2. Instalación:

- En caso aplique la instalación por parte de Cummins Perú, el circuito de alimentación hacia el tablero de servicios auxiliares y otros tableros de control (electroválvulas, electrobombas, alarmas audiorvisuales, etc.) será responsabilidad del cliente implementarlo. A menos que se indique lo contrario, la presente propuesta no incluye el suministro de cables de fuerza y el cableado de control para el sincronismo de los grupos.

- En caso aplique, el cargador de baterías y los demás accesorios auxiliares (ej. Calentadores, Iluminación, etc.) operen con una tensión de 220VAC, monofásica, 60Hz, salvo se indique lo contrario en la propuesta técnica.

- Es responsabilidad del cliente dejar los vanos necesarios para el montaje de las tuberías de escape, gases en muros, vanos para el ingreso y salida de aire.

- En caso de requerir apuntalar la rampa por la cual se descargará el grupo electrónico, ésta será responsabilidad del cliente. De requerirse adicionalmente el desmontado del equipo se considerará un costo extra.

- Las puertas acústicas suministradas no son cortafuego, son de fabricación nacional con materiales ignífugos.

- En caso de requerirse puertas cortafuegos considerarse que éstas no son acústicas.

- El punto de aterramiento estático para el camión cisterna que abastece el combustible al edificio deberá proporcionarlo el cliente (esto aplica cuando el abastecimiento es por medio de una toma de llenado o spill container).

3. Ingeniería:

- A menos que se indique lo contrario, el dimensionamiento del Grupo Electrónico (KVA o KW) fue realizado por el Cliente. Si el cliente lo requiere, Cummins Perú puede comprobar si la potencia del equipo es suficiente para alimentar a las cargas, para lo cual deberá enviar el listado de cargas con sus principales características: tipo de carga, potencia, factor de potencia, voltaje, tipo de arranque (directo, estrella-triángulo, soft starter, VFD), entre otros que solicite el Software de Dimensionamiento PowerSuite. Al final se entregará un Reporte de Dimensionamiento indicando el modelo de Grupo Electrónico recomendado y las caídas de frecuencia y voltaje en buses del Generador. No se incluirán caídas de voltaje por longitud del cable de alimentación hasta la carga. Las consideraciones y los

resultados mostrados en el reporte deben ser evaluados y aprobados por Cliente.

- Se recomienda que el Grupo Electrónico no trabaje con una carga menor al 60% de su potencia máxima, por tiempos prolongados mayores a una hora en periodos de 12 horas.

- Los Grupos Electrónicos pueden trabajar con cargas cuyo factor de potencia sea inductivo (en atraso) y se encuentre entre 0.8 y 1.0. Un grupo electrónico no puede trabajar con factor de potencia capacitivo (en adelanto), ya que la conexión de cargas con factor de potencia capacitivo provoca la pérdida de control del AVR, con la consecuente inestabilidad del voltaje generado.

- En caso se instalen cargas especiales como lámparas de descarga y luces fluorescentes deben evaluarse antes de seleccionar el Grupo Electrónico.

- Cuando el grupo electrónico entre en operación, en modo de emergencia, los bancos de condensadores de la red deben desconectarse.

- Los Alternadores de los equipos tienen aislamiento clase H, son enfriados por aire y cuentan por sí solos con un grado de protección IP23, salvo contradicción en propuesta técnica.

- Los Alternadores de los equipos no cuentan con detectores de temperatura para los bobinados del estator y para el rodamiento, salvo contradicción en propuesta técnica.

4. Pruebas:

- Salvo se indique lo contrario, las pruebas en nuestros talleres del Callao serán realizadas bajo nuestro protocolo de pruebas y no considera la medición de parámetros adicionales a los indicados en el mismo. No se incluyen pruebas certificadas por el cliente, mediciones especiales como: opacidad, armónicos, ensayos no destructivos a la soldadura y pintura.

- En caso se incluyan pruebas presenciales por el cliente en nuestros talleres, los traslados y viáticos necesarios para el personal designado por el cliente para asistir a pruebas en nuestros talleres no están incluidos en esta propuesta. Sin embargo, incluyen las facilidades para el ingreso del personal a nuestra planta del Callao para presenciar estas pruebas.

- Así mismo el cliente deberá venir con los EPP (Tapones auditivos, botas de seguridad, casco y lentes), así mismo el cliente deberá contar con su póliza SCTR para el ingreso al taller.

- Las pruebas en sitio y entrega técnica del equipo serán realizadas con las cargas eléctricas disponibles por el cliente en ese momento o de lo contrario se realizarán en vacío.

5. Documentación General:

- A menos que se indique lo contrario nuestra propuesta no incluye la entrega de cálculos de diseño de Ingeniería y el alcance de la documentación se rige bajo lo indicado en la propuesta técnica. En caso de requerir alguna documentación adicional, presupuestarla con su ejecutivo de ventas.

- No incluye la traducción de aquellos manuales, planos y documentos que sean entregados por fábrica en idioma original (inglés), en caso de requerirse tendrá un costo adicional.

- El Intervalo de Inspecciones y mantenimiento del equipo está indicado en el Manual de Operación y Mantenimiento entregado junto con el equipo.

6. Certificaciones:

- A menos que se indique lo contrario, los Grupos Electrónicos no cuentan con certificación sismica IBC, certificación de emisiones US EPA y/o certificado UL2200.

7. Embalaje y transporte:

- El embalaje de nuestros equipos es con plástico termo contrahible. No se incluye embalaje especial para fines de transporte y/o almacenamiento de los equipos a la intemperie o por periodos prolongados.

- En caso la oferta incluya el transporte hacia los almacenes del cliente, en ningún caso incluye la descarga.

8. Coronavirus:

Como resultado del brote de la enfermedad Covid-19 que surge del nuevo coronavirus, pueden ocurrir retrasos temporales en la entrega, mano de obra o servicios de Cummins Perú y sus subproveedores o subcontratistas. Entre otros factores, las obligaciones de entrega de Cummins Perú están sujetas al suministro correcto y puntual de nuestros subproveedores o subcontratistas, y Cummins Perú se reserva el derecho de realizar entregas parciales o modificar su mano de obra o servicio. Si bien Cummins Perú hará todos los esfuerzos comercialmente razonables para cumplir con las obligaciones de entrega, servicio o finalización establecidas en este documento, dichas fechas están sujetas a cambios.

El envío de la Orden de Compra implica la aceptación de la propuesta técnica y de los Términos y Condiciones Generales que aquí se muestran.

Apéndice E: Resumen de Acuerdos de Compra de Energía (PPA)

Tabla E1

Resumen de PPAs suscritos en los últimos años con niveles de demanda similares a los requeridos para el proyecto

Suministrador	Cliente	Tipo de Contrato	Tipo de Usuario	Barra de Transferencia	Fecha Inicio	Fecha Fin	Punto(s) de Suministro	Total (MW)	Precio Base Energía (US\$/MWh)	Formula de indexacion	Precio Actual (US\$/MWh)
CELEPSA	POLINPLAST S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	SANTA ROSA 220	7/1/2021	31/12/2026	HUACHIPA 10	1.80	24.00	PPI/PPI ₀ (WPSFD4131)	27.44
COLCA SOLAR	YANAHUARA BLOCK LABS S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	HUACHO 220	4/1/2023	7/31/2027	SANTA ROSA 220	1.32	34.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	33.90
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	ARTESCO	BILATERAL	LIBRE	SANTA ROSA 220	01/04/2022	3/31/2025	SANTA ROSA 220	2.14	29.50	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	35.12
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	COFACO INDUSTRIES S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	CHAVARRIA 220	01/01/2023	12/31/2025	CHAVARRIA 220	2.50	29.90	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	32.54
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	EMPRESA ALGODONERA S A	BILATERAL	LIBRE	SANTA ROSA 220	01/09/2022	8/31/2027	SANTA ROSA 220	2.20	29.85	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	31.20
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	MINERA SHUNTUR S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	HUALLANCA 138	01/01/2022	12/31/2026	HUALLANCA 138	2.00	28.10	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	33.35
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	MIXERCON S.A.	BILATERAL	LIBRE	SAN JUAN 220	01/03/2023	4/30/2023	SAN JUAN 220	2.45	35.50	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	35.88
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	MOLYCOP-ADESUR	BILATERAL	LIBRE	REPARTICIÓN 138	01/01/2022	3/31/2028	REPARTICIÓN 138	2.00	32.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	38.02
ENEL GENERACION PERU S.A.A.	NICOLL PERU	BILATERAL	LIBRE	SAN JUAN 220	01/01/2022	12/31/2023	SAN JUAN 220	2.50	27.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	32.52
ENGIE	ANABI S.A.C	BILATERAL	LIBRE	COMBAPATA 138	1/1/2022	12/31/2024	Cachimayo 138 kV	2.20	31.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	36.16
ENGIE	CLINICA SAN FELIPE S A	BILATERAL	LIBRE	SANTA ROSA 220	01/01/2019	31/12/2023	SANTA ROSA 220	1.75	28.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	35.39
ENGIE	CHIMU AGROPECUARIA S.A.	BILATERAL	LIBRE	TRUJILLO 220	1/1/2022	12/31/2031	TRUJILLO 220	2.15	33.80	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	44.56
INLAND	INMOBIDEAS S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	ALTO PRADERAS 220kV	9/1/2015	12/31/2022	LAS PRADERAS 22.9	2.10	19.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	22.60
KALLPA GENERACIÓN S.A.	PGN GASNORTE S.A.C.	BILATERAL	LIBRE	CHAVARRIA 220	1/1/2022	12/31/2025	10 kV, 2831865	1.96	30.00	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	36.31
KALLPA GENERACION S.A.	GREEN PERU S.A.	BILATERAL	LIBRE	TRUJILLO 220	1/1/2023	12/31/2025	Suministros N° 55020499 /60742136	2.38	30.75	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	32.14
KALLPA GENERACION S.A.	TEXTIL SAN RAMÓN S.A.	BILATERAL	LIBRE	SAN JUAN 220	1/1/2023	12/31/2025	Suministro N° 390011 - 10 Kv	2.00	29.70	0.5*PPI/PPI ₀ +0.5*PGN/PGNo	30.63
KALLPA GENERACION S.A.	OWENS-ILLINOIS PERÚ S.A.	BILATERAL	LIBRE	CHAVARRIA 220	1/1/2023	12/31/2023	Chavarria 220 kV	2.00	35.75	Sin ajuste de precios	35.75

Apéndice F: Detalle de cálculo de la tasa WACC para los Escenarios 1, 2 y 3

Tabla F1

WACC Escenario 1 – Etapa de Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario

Industrial

Variables macro	
Inflación Perú	5.60% ¹
Beta sectorial	
Beta desapalancado	0.46 ²
Riesgo país	
EMBIG Peru	1.70% ³
Relative EMV	1.42 ⁴
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Costo del patrimonio	
Tasa libre de riesgo	1.70% ³
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Beta apalancado	0.84
Prima de riesgo de mercado	4.54% ⁶
Prima por liquidez	2.00% ⁷
Costo de capital del accionista (en USD)	9.80%
Costo de la deuda (dólares)	
Costo de la deuda - pre tax	16,2%
Impuesto a la renta	29.50%
Costo de la deuda - post tax	11.40%
Beta reapalancado	
D/E	1.16
Impuesto a la renta	29.50%
Beta reapalancado	0.84
Estructura de capital	
D/(E+D)	54%
E/(E+D)	46%
WACC nominal	10.67%

Notas:

¹ Banco Central de Reserva del Perú, 2023

² Damodaran, 2023a

³ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b

⁴ Yahoo Finance, 2024

⁵ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b

⁶ Damodaran, 2023b

⁷ Valor asumido por los autores

Tabla F2*WACC Escenario 2 – Etapa de Generación Eléctrica con Tarifa de Gas Natural de Usuario**Generador*

Variables macro	
Inflación Perú	5.60% ¹
Beta sectorial	
Beta desapalancado	0.46 ²
Riesgo país	
EMBIG Peru	1.70% ³
Relative EMV	1.42 ⁴
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Costo del patrimonio	
Tasa libre de riesgo	1.70% ³
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Beta apalancado	0.84
Proma de riesgo de mercado	4.54% ⁶
Prima por liquidez	2.00% ⁷
Costo de capital del accionista (en USD)	9.80%
Costo de la deuda (dólares)	
Costo de la deuda - pre tax	15.50%
Impuesto a la renta	29.50%
Costo de la deuda - post tax	10.90%
Beta reapalancado	
D/E	1.16
Impuesto a la renta	29.50%
Beta reapalancado	0.84
Estructura de capital	
D/(E+D)	54%
E/(E+D)	46%
WACC nominal	10.41%

Notas:

¹ Banco Central de Reserva del Perú, 2023² Damodaran, 2023a³ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b⁴ Yahoo Finance, 2024⁵ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b⁶ Damodaran, 2023b⁷ Valor asumido por los autores

Tabla F3*WACC Escenario 1, 2 y 3 – Etapa de Equipamiento de Minado de BTC*

Variables macro	
Inflación Perú	5.60% ¹
Beta sectorial	
Beta desapalancado	1.41 ²
Riesgo país	
EMBIG Peru	1.70% ³
Relative EMV	1.42 ⁴
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Costo del patrimonio	
Tasa libre de riesgo	1.70% ³
Prima de riesgo país	2.30% ⁵
Beta apalancado	3.82
Prima de riesgo de mercado	4.54% ⁶
Prima por liquidez	2.00% ⁷
Costo de capital del accionista (en USD)	23.40%
Costo de la deuda (dólares)	
Costo de la deuda - pre tax	17.70%
Impuesto a la renta	29.50%
Costo de la deuda - post tax	12.50%
Beta reapalancado	
D/E	2.42
Impuesto a la renta	29.50%
Beta reapalancado	3.82
Estructura de capital	
D/(E+D)	71%
E/(E+D)	29%
WACC nominal	15.65%

Notas:

¹ Banco Central de Reserva del Perú, 2023² Damodaran, 2023a³ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b⁴ Yahoo Finance, 2024⁵ Spread - EMBIG Perú (PBS), s. f.-b⁶ Damodaran, 2023b⁷ Valor asumido por los autores

Apéndice G: Detalle de Evaluación Financiera Realizada para los Escenarios 1, 2 y 3

Figura G1

Evaluación Financiera Etapa De Generación Eléctrica - Escenario 1

ESCENARIO 1												
EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA												
In thousands of US\$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Income Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
Total revenue		1,410	1,454	1,493	1,533	1,574	1,615	1,659	1,704	1,749	1,795	
Total fuel cost		646	675	1,001	1,029	1,057	1,085	1,113	1,141	1,169	1,198	
Gross margin		763	779	492	504	517	530	546	562	580	597	
Gross margin %		53.9%	53.5%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	33.2%	33.3%	
Operating expenses:												
Administrative expenses		15	15	16	16	17	17	17	18	18	19	
Salaries & benefits		18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	
Other operating expenses		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O&M expenses		15	21	20	21	17	20	21	20	16	20	
Rental expenses (site)		18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	
Environmental compliance		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Total operating expenses		68	73	76	76	76	80	80	83	83	87	
% of sales		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
EBITDA		299	406	416	426	445	456	472	488	507	521	
EBITDA margin		21.2%	27.9%	27.9%	27.8%	28.3%	28.2%	28.8%	28.7%	29.0%	29.0%	
Depreciation		153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
Interest expense		142	135	146	136	133	108	90	69	43	13	
EBIT		79	90	113	132	165	190	224	262	306	351	
Tax (20.5%)		23	27	33	39	49	56	66	77	90	103	
Net income		56	65	79	90	116	134	158	185	216	247	
Net margin		3.9%	4.4%	5.3%	5.9%	7.4%	8.3%	9.5%	10.8%	12.3%	13.8%	
Ratio de cobertura (>2)		0.89	0.99	0.77	0.86	1.34	1.76	2.48	3.81	7.00	26.07	
Cuentas por cobrar promedio		116.0	121.3	124.6	127.8	131.2	134.7	138.1	142.0	145.8	149.7	
Cuentas por pagar promedio (fuel gas)		79.1	81.2	83.4	85.8	87.8	90.0	92.1	94.3	96.8	99.2	
Cuentas por pagar promedio (operativo)		17.0	18.9	18.9	19.6	19.9	20.3	20.7	20.8	20.2	21.6	
Working capital		21.9	21.1	22.1	22.4	24.5	24.6	25.5	26.8	28.8	29.0	
Change in working capital		33.8	-12.7	1.0	0.3	2.1	0.1	0.9	1.3	1.9	0.3	
Cash Flow Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
Free cash flow to the firm												
EBIT		79	90	113	132	165	190	224	262	306	351	
+ Depreciation		153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	
- CAPEX	1576.4	0	0	15	70	0	15	70	15	0	0	
- Permits and license		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Change in working capital		34	-13	1	0	9	0	1	1	2	0	
+ Residual value		0	0	0	0	0	0	0	0	0	390	
FCF to the firm	-1576.4	100	162	254	320	330	333	311	403	462	696	
Payback period		(1,373.03)	(1,111.54)	(857.10)	(637.37)	(417.06)	(15.69)	326.23	729.66	1,191.51	2,069.66	
IRR		1.9%										
NPV		33.0										
Free cash flow to equity												
FCF to the firm	-1577	100	162	254	320	330	333	311	403	462	696	
+ Rounding	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Interest		162	135	146	136	123	108	90	69	43	13	
- Amortization		38	46	54	65	77	92	110	132	157	192	
+ Tax shield		48	46	43	40	36	32	27	20	13	4	
FCF to equity	-777	33	109	97	59	136	164	187	224	274	734	
IRR Generación (Escenario 1)		1.8%										
NPV Generación (Escenario 1)		329										

Figura G2

Evaluación Financiera Etapa de Minería de BTC - Escenario 1

EMPRESA DE MINADO											
In Thousands of USD	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Income Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Total revenue		2,170	1,772	1,825	2,775	1,565	1,881	3,406	1,456	3,073	3,950
Total fuel cost		1,410	1,454	1,493	1,533	1,579	1,625	1,679	1,704	1,749	1,796
Gross margin		761	317	332	1,242	99	(221)	1,726	(248)	1,324	1,154
Gross margin %		35.0%	17.9%	18.2%	44.8%	-6.3%	-11.6%	50.7%	-17.0%	43.1%	29.2%
Operating expenses											
Administrative expenses		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salaries & benefits		20	21	21	22	23	23	23	24	24	25
Other operating expenses		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O&M expenses		60	62	63	65	67	68	70	72	73	75
Rental expenses (site)		18	18	19	20	20	20	21	21	22	23
Environmental compliance		2	3	1	2	2	1	2	2	2	1
Total operating expenses		100	102	105	108	111	114	118	119	122	124
% of sales		5%	6%	6%	4%	7%	6%	3%	8%	4%	3%
EBITDA		661	215	2,227	1,215	(141)	(247)	1,580	(807)	1,202	996
EBITDA margin		30.4%	12.1%	12.5%	43.8%	-8.9%	-13.2%	46.4%	-55.5%	39.1%	25.2%
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
Interest expense		115	110	103	95	86	75	62	47	29	8
EBIT		306	(135)	1,884	900	(445)	(651)	1,329	(650)	963	748
Tax (26.5%)		90	(40)	55	24	(121)	(172)	360	(173)	275	201
Net Income		216	(95)	1,829	876	(324)	(479)	969	(477)	688	547
Net margin		9.9%	-5.4%	14.7%	31.2%	-20.6%	-25.5%	28.5%	-32.8%	22.4%	13.8%
Ratio de cobertura (>1)		2.65	-1.22	18.25	8.30	-5.35	-8.66	21.33	-11.87	32.11	92.34
Cuentas por cobrar promedio		181.5	147.6	218.8	231.3	130.5	116.1	283.8	121.3	256.1	243.0
Cuentas por pagar promedio (fuel gas)		158.0	121.2	124.8	127.8	131.2	134.7	138.3	142.0	145.8	148.7
Cuentas por pagar promedio (operativo)		25.0	25.6	26.3	27.0	27.6	28.3	29.0	29.7	30.4	31.1
Working capital		38.5	0.8	168.1	76.6	-28.4	-46.9	115.5	-50.3	79.9	(62.2)
Change in working capital		38.4	-39.0	167.2	-91.5	-154.3	-18.6	163.5	-156.3	130.2	-17.8
Cash Flow Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Free cash flow to the firm											
EBIT		306	(135)	1,884	900	(445)	(651)	1,329	(650)	963	748
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
CAPEX	2385	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permitting and license	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Change in working capital		38	-39	167	-92	-155	-19	163	-157	130	-18
Residual value		0	0	0	0	0	0	0	0	0	274
FCF to the firm	-2385	512	139	1956	1117	-100	-411	1628	-247	1393	1279
Payback period		(1,480.72)	(1,744.79)	211.71	1,342.52	1,242.06	840.80	2,253.28	2,006.56	1,049.17	4,328.58
IRR Empresa minado (Escenario 1)		24%									
NPV Empresa minado (Escenario 1)		1,463									
Free cash flow to equity											
FCF to the firm	-2385	512	139	1956	1117	-100	-390	1605	-247	1393	1279
Financing	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest	115	110	103	95	86	75	62	47	29	8	
Amortization	38	46	54	65	77	90	110	130	157	155	
Tax Shield	115	110	103	95	86	75	62	47	29	8	
FCF to equity	-1685	434	92	1902	1066	-171	-458	1294	-329	885	1125
IRR		21%									
NPV		305									

Figura G3

Evaluación Financiera Etapa Generación Eléctrica - Escenario 2

ESCENARIO 2											
EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA											
In thousands of US\$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Income Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Total revenue		1,112	1,161	1,172	1,203	1,225	1,268	1,302	1,337	1,373	1,410
Total fuel cost		648	665	683	703	719	737	755	773	793	811
Gross margin		464	476	488	501	516	531	548	564	580	598
Gross margin		41.7%	41.7%	41.7%	41.6%	41.8%	41.9%	42.1%	42.2%	42.2%	42.5%
Operating expense											
Administrative expense		15	15	16	16	17	17	17	18	18	19
Salaries & benefits		18	18	19	19	20	21	21	22	22	23
Other operating expense		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O&M expense		15	21	20	21	17	20	21	20	16	20
Rental expense (site)		18	18	19	19	20	21	21	22	22	23
Environmental compliance		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total operating expense		68	75	76	78	76	80	83	83	81	87
% of sales		6%	7%	6%	7%	6%	6%	6%	6%	6%	6%
EBITDA		396	406	413	422	441	451	465	481	499	512
EBITDA margin		35.6%	35.1%	35.2%	35.1%	35.7%	35.9%	35.7%	36.0%	36.3%	36.7%
Depreciation		165	165	167	174	174	175	182	184	184	184
Interest expense		167	159	150	140	127	112	93	71	45	13
EBIT		64	76	96	109	140	164	190	226	270	315
Tax (29.5%)		19	22	28	32	41	48	56	67	80	93
Net Income		45	54	68	77	99	116	134	159	191	222
Net margin		4.0%	4.7%	5.8%	6.4%	8.0%	9.1%	10.3%	11.9%	13.9%	15.7%
Ratio de cobertura (x2)		0.38	0.48	0.64	0.78	1.10	1.47	2.03	2.17	6.03	23.33
Cuentas por cobrar promedio		92.6	95.1	97.7	100.2	102.9	106.7	106.5	111.4	114.4	117.5
Cuentas por pagar promedio (fuel gas)		54.0	55.5	56.9	58.6	59.9	61.5	62.9	64.4	66.1	67.6
Cuentas por pagar promedio (operativo)		17.0	18.9	18.9	19.6	18.9	20.1	20.7	20.8	20.2	21.4
Working capital		21.6	20.8	21.8	22.1	24.1	24.2	25.0	26.2	28.1	28.2
Change in working capital		33.8	-13.0	1.0	0.4	2.0	0.1	0.6	1.2	1.9	0.1
Cash Flow Statement:	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Free cash flow to the firm											
EBIT		64	76	96	109	140	164	190	226	270	315
+ Depreciation		165	165	167	174	174	175	182	184	184	184
- CAPEX	1651.8	0	0	15	70	0	15	70	15	0	0
- Permits and license		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Change in working capital		34	-13	1	0	2	0	1	1	2	0
+ Residual value		0	0	0	0	0	0	0	0	0	290
FCF to the firm	- 1,652	190	254	246	252	312	334	301	364	452	589
Payback period		(1,456.59)	(1,202.34)	(955.77)	(743.90)	(431.73)	(107.67)	153.36	586.87	1,039.10	1,927.11
TIR Generación (Escenario 2)		13%									
NPV Generación (Escenario 2)		169									
Free cash flow to equity											
FCF to the firm	-1652	190	254	246	252	312	334	301	364	452	588
+ Financing	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- Interest		167	159	150	140	127	112	93	71	45	13
- Amortization		37	45	53	64	77	92	110	132	159	157
+ Tax Shield		49	47	44	41	37	33	37	21	13	4
FCF to equity	-852	41	98	87	50	146	153	125	211	262	722
TIR		12%									
NPV		89									

Figura G4

Evaluación Financiera Etapa de Minería de BTC - Escenario 2

EMPRESA DE MINADO												
In thousands of US\$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Income Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
Total revenue		2,178	1,772	3,825	2,735	1,505	1,393	3,406	1,456	3,071	2,616	
Total fuel cost		1,112	1,161	1,172	1,203	1,227	1,268	1,303	1,337	1,373	1,410	
Gross margin		1,066	630	2,653	1,532	300	125	2,103	119	1,700	1,507	
Gross margin		49.0%	35.6%	69.4%	56.7%	21.3%	8.9%	61.8%	8.2%	55.3%	51.7%	
Operating expense:												
Administrative expenses												
Salaries & benefits		20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	
Other operating expenses												
OB&M expenses		80	62	63	65	67	68	70	72	73	75	
Rental expenses (dita)		18	18	19	20	20	20	21	21	22	23	
Environmental compliance		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Total operating expenses		100	102	105	108	111	113	116	119	122	124	
% of sales		5%	6%	3%	4%	7%	8%	3%	8%	4%	4%	
EBITDA		906	528	2,548	1,465	320	11	1,940	0	1,578	1,382	
EBITDA margin		41.6%	29.8%	66.6%	53.6%	21.0%	0.8%	56.9%	0.0%	51.4%	47.4%	
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239	
Interest expense		115	110	103	95	86	75	62	47	29	8	
EBIT		611	178	2,206	1,130	(106)	(302)	1,696	(280)	1,310	1,135	
Tax (29.5%)		180	53	(62)	333	(31)	(90)	(67)	(82)	388	335	
Net Income		431	125	1,555	797	(75)	(214)	1,168	(202)	921	800	
Net margin		19.8%	7.1%	40.6%	28.7%	-4.8%	-15.4%	34.3%	-13.9%	30.1%	27.4%	
Ratio de cobertura (>2)		5.29	1.62	21.27	11.84	-1.23	-4.03	27.59	-6.08	45.07	140.04	
Cuentas por cobrar promedio		181.5	347.6	318.8	231.3	120.5	116.1	282.8	121.3	256.1	243.0	
Cuentas por pagar promedio (fuel gas)		92.6	95.1	97.7	100.3	102.9	105.7	108.5	111.4	114.4	117.5	
Cuentas por pagar promedio (operativo)		25.0	25.6	26.3	27.0	27.6	28.3	29.0	29.7	30.4	31.1	
Working capital		63.9	26.9	194.8	194.0	(0.1)	(18.0)	146.3	(19.8)	131.2	94.5	
Change in working capital		33.8	(4.8)	107.9	(40.8)	(194.2)	(17.8)	164.3	(166.1)	131.0	(16.8)	
Cash Flow Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
Free cash flow to the firm												
EBIT		611	178	2,206	1,130	(106)	(302)	1,696	(280)	1,310	1,135	
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239	
CAPEX	2395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Permissions and license		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Change in working capital		34	(7)	168	(91)	(104)	(18)	168	(166)	131	(17)	
Residual value		0	0	0	0	0	0	0	0	0	274	
FCF to the firm	(2194.70)	817	425	2277	(86)	(236)	(46)	1761	(119)	1418	1405	
Payback period		(1,577.87)	(1,153.02)	1,124.34	2,584.20	2,821.79	2,775.61	4,536.56	4,655.62	6,074.91	7,734.04	
TIR Empresa minado (Escenario 2)		3.9%										
NPV Empresa minado (Escenario 2)		2,540										
Free cash flow to equity												
FCF to the firm	(2195)	817	425	2277	(86)	(236)	(46)	1761	(119)	1418	1405	
Financing	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Interest		115	110	103	95	86	75	62	47	29	8	
Amortization		38	46	54	65	77	90	110	132	157	185	
Tax Shield		34	30	30	28	25	22	18	14	9	2	
FCF to equity	(1695)	697	302	2150	1328	99	(162)	1607	(46)	1241	1595	
TIR		40%										
NPV		1,474										

Figura G5

Evaluación Financiera Etapa de Minería de BTC - Escenario 3

ESCENARIO 3											
EMPRESA DE MINADO											
In thousands of US\$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Income Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Total revenue		2,178	1,819	3,928	2,890	1,603	1,430	1,497	1,493	3,155	2,994
Total power cost		1,080	1,111	1,140	1,171	1,202	1,234	1,267	1,301	1,336	1,372
Gross margin		1,096	708	2,787	1,679	405	196	230	194	1,819	1,623
Gross margin %		50.3%	38.9%	71.0%	58.1%	25.2%	13.7%	15.4%	13.0%	57.7%	54.2%
Operating expenses											
Administrative expenses											
Salaries & benefits		20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Other operating expenses											
O&M expenses		60	62	63	65	67	68	70	72	73	75
Rental expenses (site)		18	18	19	20	20	20	21	21	22	23
Environmental compliance		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Total operating expenses		100	102	105	108	111	113	116	119	122	124
% of sales		5%	6%	3%	4%	7%	8%	8%	8%	4%	4%
EBITDA		996	606	2,682	1,571	295	13	2,114	75	1,697	1,498
EBITDA margin		45.7%	33.3%	68.3%	54.4%	18.3%	0.9%	60.4%	5.0%	53.8%	50.0%
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
Interest expense		115	110	103	95	86	75	62	47	29	8
EBIT		641	257	2,339	1,236	(11)	(232)	1,812	(112)	1,429	1,251
Tax (29.5%)		189	75	-690	365	(31)	(68)	534	(32)	422	369
Net Income		452	181	1,649	871	(42)	(164)	1,277	(144)	1,007	882
Net margin		20.8%	9.9%	42.0%	30.1%	-2.6%	-11.4%	36.5%	-10.0%	31.9%	29.4%
Ratio de cobertura (-2)		5.55	2.34	22.66	12.96	-0.26	-3.08	29.06	-4.69	49.16	154.16
Cuentas por cobrar promedio		181.5	151.6	327.3	237.5	133.9	119.2	291.4	124.6	262.9	249.5
Cuentas por pagar promedio (fuel gas)		90.1	92.6	95.0	97.6	100.2	102.9	105.6	108.4	111.3	114.3
Cuentas por pagar promedio (operativo)		35.0	25.6	26.3	27.0	27.6	28.3	29.0	29.7	30.4	31.1
Working capital		66.4	33.4	206.0	112.9	6.1	-12.0	196.8	-13.5	121.2	104.1
Change in working capital		33.8	-0.4	172.6	-93.1	-106.9	-18.1	168.8	-170.4	134.7	-17.1
Cash Flow Statement	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Free cash flow to the firm											
EBIT		641	257	2,339	1,236	(11)	(232)	1,812	(112)	1,429	1,251
Depreciation		239	239	239	239	239	239	239	239	239	239
CAPEX	-2395	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Permissions and licenses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Change in working capital	34	0	173	-60	-107	-13	169	-170	135	-17	
Residual value	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	274
FCF to the firm	-1594.70	847	496	2406	1569	115	20	1882	198	1534	1781
Payback period		(1,548)	(1,052)	1,355	2,924	1,239	3,265	3,147	3,345	6,879	8,660
TIR Empresa minado (Escenario 3)		42%									
NPV Empresa minado (Escenario 3)		2,967									
Free cash flow to equity											
FCF to the firm	-2395	847	496	2406	1569	115	20	1882	198	1534	1781
Financing	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interest	115	110	103	95	86	75	62	47	29	8	
Amortization	31	36	43	51	60	71	84	99	117	150	
Tax Shield	34	32	30	28	25	22	18	14	9	2	
FCF to equity	-1695	731	383	2291	1451	194	-99	1755	66	1396	1668
TIR		53%									
NPV		1,340									