

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“INFLUENCIA DE LOS KPI’S EN LA REDUCCIÓN
DE COSTOS OPERATIVOS DE PERFORACIÓN Y
VOLADURA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA
MINERA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Jholsen Roli Santos Rosas

Asesor:

Mg. Wilson Carlos Gómez Hurtado
<https://orcid.org/0000-0002-3434-3664>

Trujillo - Perú

2024

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Mag. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal	43236142
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

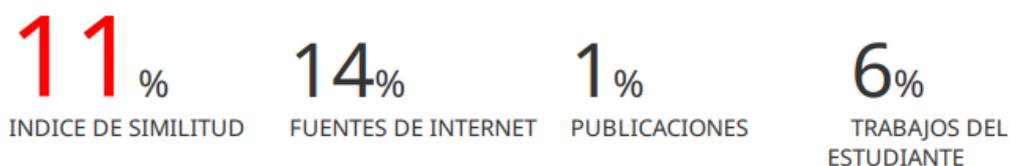
Jurado 2	Mag. Ing. Jorge Omar Gonzales Torres	43703713
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Mag. Ing. Ronald Antonio Alvarado Obeso	44562630
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

INFLUENCIA DE LOS KPI'S EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA MINERA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	5 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
3	slideplayer.es Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

A Dios, por habernos dado la vida y el don de la sabiduría

A mis padres, por el apoyo incondicional en todo este proceso de formación profesional

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por motivarme siempre
a seguir adelante y cumplir nuestras metas.

Al asesor Mg. Ing. Wilson Hurtado,
por la paciencia y el apoyo
durante la elaboración de este proyecto

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
CAPÍTULO II: MÉTODO	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS	22
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	34
REFERENCIAS	39
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Costos unitarios de avance	22
Tabla 2 Descripción de tiempo por taladros perforados.....	22
Tabla 3 KPI'S de Producción (análisis)	23
Tabla 4 Análisis de Identificación de KPI.....	25
Tabla 5 Costos Totales de Avance por semana	26
Tabla 6 Pérdida de costos fijos en avance semanal y mensual.....	27
Tabla 7 KPI'S de avance (implementación)	28
Tabla 8 Costos Totales de Avance, mes 3 - 12.....	30
Tabla 9 Pérdida de costos fijos en Avance / mes 3 – 12	30
Tabla 10 Análisis de Optimización de Pérdida de Costos Fijos.....	31
Tabla 11 Comparación de pérdida de costos fijos en zona Vetas antes y después de la aplicación de los KPI'S	32
Tabla 12 Comparación de pérdida de costos fijos en Zona Cuerpos antes y después de la aplicación de los KPI'S	33
Tabla 13: Matriz de consistencia.....	43
Tabla 14: Matriz de Operacionalización	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Procedimiento del proceso</i>	21
Figura 2 <i>Gráfico de KPI'S de avance – TM, mes 1- 2</i>	24
Figura 3 <i>Gráfico KPI'S de % de avance de producción, mes 1 – 2</i>	24
Figura 4 <i>Gráfico de avance por equipo</i>	26
Figura 5 <i>Gráfico de Pérdida de Costos Fijos en Avance, mes 1 - 2</i>	27
Figura 6 <i>Gráfico de KPI'S de avance de perforación, mes 3 - 12</i>	29
Figura 7 <i>Gráfico % de KPI'S de avance, mes 3 - 12</i>	29
Figura 8 <i>Formato de Matriz de Instrumento</i>	45
Figura 9 <i>Validación 1 de instrumento</i>	46
Figura 10 <i>Validación 2 de instrumento</i>	47
Figura 11 <i>Validación 3 de instrumento</i>	48

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la influencia de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera de la región de La Libertad, los datos fueron tomados en campo mediante una observación directa, además del análisis de datos proporcionados por la empresa sobre los avances diarios, puesto que según algunos antecedentes al implementar KPI en una empresa permite tener un control, monitorear procesos, medir el rendimiento en diferentes áreas y lograr la mejora continua; además de la optimización de costos. La investigación tiene un enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada; de carácter propositivo y de nivel es descriptivo; la población para la siguiente investigación son los datos obtenidos en los procesos de perforación y voladura, cuya muestra es tomada en base al periodo de estudio; las técnicas utilizadas para esta tesis es análisis documental. Finalmente como resultado se logró una variación en eficiencia y productividad, así como también al optimizar tiempo se logró la reducción de costos en el área de perforación y voladura en un 79% al implementar un sistema de KPI's, equivalente a una reducción de S/ 150800 durante los 10 meses después de implementar las medidas propuestas y el sistema de KPI'S.

PALABRAS CLAVES: KPI, Sistema de Gestión, costos, calidad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es una de las principales actividades de crecimiento económico en el Perú, en los últimos diez años, aportó cerca del 9% del PBI, 59% de las exportaciones, 15% de la inversión privada y 10% de los ingresos tributarios (IPE, 2022), sin embargo, el sector minero no a recuperado sus niveles de producción prepandemia, esto debe que hoy en día las pequeñas empresas mineras no logran alcanzar su producción diaria establecidas, es por ello, en la presente investigación se conocerá el nivel de producción alcanzada por una pequeña empresa minera de la región La Libertad, asimismo, realizar una medida de control de producción, mediante la aplicación de KPI'S para la optimización de costos operativos.

La minería, a nivel internacional en América Latina y el Caribe es uno de los sectores que atrae más inversión extranjera directa, también es una de las actividades que mayores impactos tiene en el desarrollo económico de los países (Ríos, 2018), sin embargo, sus costos para su producción son sumamente elevados debido al encarecimiento de los insumos básicos y la falta de control de sus operaciones. Ante esta situación que presenta un permanente ascenso de los costos de producción además de no llevar el buen manejo de sus operaciones, se hace muy necesario mantener un control severo de los costos de operación e implementación de sistemas de gestión de calidad, de manera que permita a una empresa minera mantenerse rentable y competitiva en el mercado de minerales.

En el Perú, la minería siempre se ha mantenido en un ranking importante dentro de los mercados internacionales, sin embargo, el mal control de sus operaciones e incluso la falta de sistemas de gestión de calidad, les ha afectado frente a la alta competitividad, por ello, se ven en la necesidad de realizar una evaluación del desempeño del sistema de gestión de calidad, los mismos que les permite identificar no conformidades y oportunidades de

mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir con sus objetivos (Ministerio de Energía y Minas, 2019).

Según el Ministerio de Energía y Minas (2020) La Libertad es la segunda región productora de oro con una participación del 27%, esto muestra la importancia que tiene el sector dentro de la región, sin embargo, muchas de las empresas se han visto afectadas tanto por el precio de insumos en el mercado, el mal manejo de los equipos en operación y el mal control que se llevan acerca de ellos, lo cual obliga a las empresas mineras a buscar métodos de Optimización y optimización de costos, por ello surge como alternativa los indicadores de desempeño (KPI's), los cuales miden el rendimiento de cada una de las actividades que tiene la compañía, para que finalmente tome las respectivas decisiones acerca de las estrategias que se deberán implementar” (Lama, A., 2015).

La empresa objeto de estudio es una pequeña empresa de la región La Libertad, la cual posee deficiencias respecto a sus costos operativos en la zona de trabajo de perforación y voladura tales como: el déficit de progreso en la productividad, la mala maniobra de los equipos de perforación, el incumplimiento de los procesos de operaciones, la mala gestión de costos y la falta de control operativo en dicha área. Por ello, es que nos planteamos la siguiente pregunta, ¿Cuál es la influencia de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera en la región de La Libertad?

Román (2020) indica que los indicadores de desempeño (KPI's) se empezaron a desarrollar desde el siglo XIII donde un equipo de navegación de Venecia midió el rendimiento de cada expedición mercante comparando la cantidad invertida en la compra de mercancías con la cantidad de vuelta por la venta, asimismo, la minería peruana tiene una presencia importante en la inversión, exportaciones, tributos, empleo y otras variables económicas, además que ocupa lugares importantes en el mundo y Latinoamérica por su producción y potencial minero, sin embargo, la falta de implementación de sistemas de

gestión de calidad, indicadores de desempeño (KPI's), aun vienen siendo deficientes en muchas empresas mineras, esto se debe a falta de formalización e inversión en nuevos sistemas de gestión, lo que provoca deficiencias de un adecuado control respecto a sus operaciones unitarias como transporte y acarreo, perforación y voladura, entre otras. Es por ello que muchas empresas aún por seguir manejando sus operaciones de manera tradicional se pueden ir prolongando costes innecesarios que repercuten de manera directa e indirecta en la optimización de costos de las empresas mineras.

Frente a estas situaciones, se estudió mediante la investigación experimental cuantitativa, y se respondió a la pregunta ¿Cuál es la influencia de los KPI'S en la optimización de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera?, buscando de esta manera generar una mayor optimización en la pérdida de costos de perforación y voladura de una pequeña empresa minera de la región La Libertad.

Después de una lectura detallada y selección de la información entre las tendencias de estudio que respalden esta investigación, se han considerado antecedentes de nivel internacional, nacional y local.

Según Cuellar y Valverde (2022), en su trabajo de investigación realizado con el objetivo de determinar la velocidad de perforación y voladura para reducir los costos operativos a medida que la rampa Patrick IV se profundiza, en la U.M. San Andrés, mediante una propuesta de KPI'S para realizar una reducción de costos en el área de perforación y voladura. Haciendo usos de una metodología aplicada y descriptiva, apoyándose mediante software especializados y Microsoft Excel. Según los autores de determino los siguientes resultados, el factor de carga (Fc.) se redujo de 25 a 23.280 kg/m³ y el factor de potencia (Fp.) se redujo de 1,29 a 1,05 kg/m³. Sin embargo, el exceso no se pudo reducir según lo previsto y el KPI excedente se superó en un 9,41%, concluyendo que se requiere un

monitoreo permanente de las explosiones para medir el consumo de explosivos y los daños colaterales.

En el 2017 Chandía realizó una investigación con el objetivo general de proponer un sistema de control de gestión para Minera Antucoya que permita realizar análisis tanto en contextos corporativos como internos, utilizando metodologías cuantitativas. Concluimos que implementar un sistema de indicadores puede ayudar a que los mecanismos de lanzamiento y monitoreo tengan éxito incluso frente a fallas inherentes en las primeras etapas. Se analiza y evalúa la declaración estratégica de una empresa para desarrollar un sistema de incentivos destinado a alinearla. Como resultado de este análisis, la empresa mostró las siguientes características competitivas: costos de producción mínimos, cumplimiento de la producción de CuF presupuestada y obtención de la licencia social de la empresa.

Ozdemir y Kumral (2018) en su investigación realizada con el objetivo de conocer sobre el sistema para minimizar el costo operativo de la producción de banco en operaciones de minería a cielo abierto, hizo uso de una metodología que permitió analizar la relación entre el tamaño medio de la fragmentación y el costo de cada subsistemas de perforación, voladura, carga, acarreo y trituración, concluyendo que propuesta de un modelo de costos que considera todas las actividades del ciclo minero y un enfoque de todo el sistema para minimizar el costo total minero de producción en banco, donde se hace la utilización del algoritmo evolutivo, el mismo que está relacionado con el tamaño medio de la fragmentación y de esta manera se obtiene resultados que muestran Optimización del costo de minería en \$ 26,641 para el banco, lo que corresponde a una disminución del 16,8% para un banco de minería.

Quispe y Aguirre (2021) en su proyecto de investigación, con el propósito de informar la importancia de los indicadores clave para la optimización de costos en la unidad

minera el Brocal, con una metodología aplicada y descriptiva, haciendo uso de análisis de indicadores KPI'S. El autor en su investigación determina como resultados el incremento de la producción, teniendo una diferencia entre volúmenes de producción actuales y potenciales. Producción horaria (476,00 t/h), producción horaria potencial (623,52 t/h). El incremento de producción es de 147,52 TM/h. H. La producción aumentará un 31% con respecto a la producción actual. Esto lleva a la conclusión de que los Indicadores Clave (KPI) pueden refinar sugerencias e implementar mejoras basadas en el análisis y seguimiento de procesos a través de la recopilación de datos para identificar anomalías. Consecuencias que interfieran en el normal desarrollo de la producción.

De acuerdo a Wiest (2019) en su tesis de grado, elaborada con el objetivo de diseñar un modelo de programación operativa para el proceso minero en las minas a cielo abierto de la organización Corona con el fin de minimizar el costo del uso de EMS en la fabricación de productos, mediante la elección de un conjunto de indicadores, que el área de Producción de una minera existente, ha gestionado durante los años 2008 hasta el 2011, para luego compararla con Minera 2; llega a la conclusión que, los resultados obtenidos muestran que el modelo propuesto consigue mejores resultados en términos de potencia computacional y calidad de la solución, con tiempos de cálculo muy cortos que van desde 0,14 s para escenarios menos complejos hasta 14,22 s para escenarios más complejos. Por lo tanto, se espera que la implementación del modelo propuesto produzca mejores resultados en términos de costos operativos, productividad y confiabilidad de entrega.

Estofanero (2020) realizó una investigación con el objetivo es incrementar los beneficios económicos mediante la introducción de un sistema de producción integrado entre Oficina Técnica, Logística, Recursos Humanos y Operaciones en Minera Atakocha - San Gerardo Tejo de Pasco, mediante una investigación con un alcance correlacional – explicativo aplicado en las áreas de logística, operaciones, recursos humanos y oficina

técnica, llegando a la conclusión que se identificó discrepancias contractuales en las obras generales, los costos generales y los elementos de perforación de rocas y minerales, asimismo, las obras generales y los costos generales identificaron un desperdicio económico de 47,112 dólares. Otra gran contradicción tiene que ver con la excavación de roca estéril y los aceros de perforación (broca, varilla, mango) no está incluido en el presupuesto.

Ayuque (2020) en su trabajo de estudio realizada con el objetivo de Diagnosticar los métodos de minería actuales y, a través de la investigación aplicada a nivel descriptivo, desarrollar metodologías para mejorar la recuperación de minerales en métodos de minería de pozo largo de banco y relleno de los depósitos de Bugyo. Muestreo probabilístico, intencional y práctico en el Centro Minero Peruano Trevalli - Unidad Santander Magistral Centro-Tajo 4230, Mina Trevali Perú - Venta de División Santander. Concluimos que la recuperación de mineral del tajo fue de 4,230 en 2019 y que esto también fue cierto para el periodo de diciembre de 2018. La tasa de recaudación fue del 88,87% para el ejercicio fiscal finalizado en diciembre de 2018 y del 88,87% para el ejercicio fiscal finalizado el 31 de diciembre de 2019 (evaluación). Aumentó en el rango de 80,39% a 8,32%, registrando un promedio de 89,13 recuperaciones por año.

Infantes (2018) en su tesis de licenciatura, con el objetivo de mejorar los estándares de perforación y voladura para optimizar los costos operativos de las empresas mineras mediante un estudio Aplicativo- descriptivo siendo la población de estudio las operaciones del proceso de perforación y voladura de empresa minera y la muestra que se toma para el estudio viene a ser el proyecto 055 del nivel 4000 msnm de la empresa minera, donde llegó a la conclusión que, el costo de las operaciones de perforación y voladura con el estándar inicial en el proyecto 055 costó \$4,5636/TM/mes y el estándar final fue de \$4,1103/TM/mes, con esta última optimización de costos en \$8,93.

En cuanto al marco conceptual, este ha sido elaborado teniendo en cuenta las tres variables en estudio.

La minería: es una de las actividades económicas más importantes de nuestro país, independientemente de la magnitud de su producción, en el caso de las pequeñas empresas con una producción aproximada de 10000 TM, y como en toda empresa organizada se debe establecer los costos en cada fase de producción, permitiendo que los empresarios aprecian el costo de producción por tonelada.

La optimización de costos es un proceso que emprenden diversas empresas con el objetivo de minimizar gastos y aumentar ganancias. Este concepto implica el análisis continuo de todas las actividades empresariales con el fin de tomar decisiones oportunas y emprender una serie de acciones para aumentar la competitividad mediante la mejora de procesos, productos, servicios y costos incluidos (CIMATIC, 2021).

Según Medina (s.f.) los costos son los recursos utilizados para producir bienes y servicios según varios criterios. Costos laborales tradicionales de materiales, consumibles, energía, gastos generales y administrativos, etc. Costos Directos: Gastos que están completamente relacionados con el proceso de producción, mano de obra y materiales estrechamente relacionados con la producción. En otras palabras, si no hay producción, no debes gastar recursos en este artículo. Gastos generales: Costos de mano de obra y materiales que no están estrechamente relacionados con la producción, estos costos siempre se producirán independientemente de si se producen los bienes o servicios, asimismo, los Costos Generales: Costos generales asociados con la producción, ventas, distribución y administración, de manera similar, los costos variables: costos que cambian en proporción a la producción y desaparecen cuando cesa la producción, la mano de obra de fabricación, consumibles (explosivos, carbureros), energía, combustible, etc. Por otro lado, los Costos fijos: alternativamente, son estructuralmente independientes del nivel de producción, el personal

administrativo, impuestos, alquiler, periodo de validez, material de oficina, etc Los Costos combinados: Costos que representan costos fijos y variables, sin embargo, depende de la escala del volumen de producción. El Costo Total: Resultado de la suma de los costos variables y fijos; Costo Unitario: Resultado de dividir el costo total de un período determinado entre el número de unidades producidas; Punto de equilibrio (Cutoff): Este es el punto donde no hay pérdidas ni ganancias, donde los costos y retornos son iguales. Por debajo de este punto la empresa tiene pérdidas y por encima de este punto obtiene ganancias. Para tener un buen manejo de costos se debe contar con sistemas de gestión que permita el control y distribución. Los KPI son herramientas para valorar el nivel de rendimiento de un proceso, el cual está vinculado con la estrategia a seguir para lograr un objetivo (Núñez,2018).

Según Caron Business Solutions (2018) los KPI de algunas empresas mineras son diferentes a los de la mayoría de las empresas del sector minorista. Sin embargo, diferentes empresas de la misma industria tendrán valores diferentes para cada métrica. Una forma de seleccionar los KPI que su empresa debe monitorear es enumerar sus objetivos para el próximo año. El proceso de identificación y medición de los KPI debe examinar qué acciones y desempeño específicos está impulsando la organización para lograr estos objetivos. Por ejemplo, si su objetivo para el próximo año es mejorar la seguridad en el lugar de trabajo o aumentar el uso de dispositivos, debe incluir KPI específicos para ayudar a monitorear y medir esos aspectos.

Un sistema de gestión de la calidad es una herramienta que permite a cada organización planificar, realizar y gestionar las actividades necesarias para el desarrollo de su misión, brindando servicios con altos estándares de calidad medidos por indicadores de satisfacción de los usuarios (Universidad Cooperativa de Columbia, s.f.).

Ante la preocupación actual sobre la gestión de calidad y la Optimización de costos en las empresas mineras, la presente investigación permitirá la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en KPI's para la Optimización en la pérdida de costos en la zona de trabajo de perforación y voladura de una pequeña empresa minera de la región de La Libertad. Asimismo, permitirá identificar los beneficios que trae tanto a la empresa como a los clientes la implementación de un sistema de calidad. pues, permite analizar el desempeño de forma integral y, además, poder detectar las oportunidades de mejora, las cuales, implementadas exitosamente, se reflejarán en un cambio sustancial de los indicadores de desempeño de la organización. Adicionalmente, su implementación conducirá a una notable Optimización de costos directos como indirectos de producción en el área de perforación y voladura, de igual manera, permiten la mejora en la gestión de procesos y ofrece altos niveles de satisfacción a la empresa.

En esta investigación se analiza la siguiente interrogante ¿existe una influencia significativa de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera de la región de La Libertad? Por tal razón se logró determinar como influye la implementación de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera, donde se tuvo que Analizar la situación actual de la mina en estudio, así como también la identificación e implementación de los KPI's necesarios para medir de manera eficaz el desarrollo del trabajo en el área de Perforación y Voladura. Finalmente, se logró determinar que la implementación de los KPI'S en el área de perforación y voladura en una pequeña empresa minera, si influye significativamente en la reducción de costos operativos, puesto que permite tener un mejor control de tiempos muertos, además de medir el rendimiento de equipos.

CAPÍTULO II: MÉTODO

Por la naturaleza de los objetivos, la investigación tiene un enfoque cuantitativo, el cual se basa en esquemas deductivos y lógicos, busca formular preguntas e hipótesis de investigación para su posterior comprobación, se apoya en medidas numéricas estandarizadas, utiliza análisis estadísticos y análisis a través de muestras representativas, con el objetivo de generalizar los resultados de la investigación. (Ampieri, Fernandez, & Baptista, 2016). un tipo de investigación aplicada; de carácter propositivo, en vista que se desarrolla mediante un “proceso dialéctico que utiliza un conjunto de técnicas y procedimientos con la finalidad de diagnosticar y resolver problemas fundamentales” (Ramírez, 2017). Por otro lado, cuenta con una planificación de investigación retrospectiva y según sus fuentes de investigación es secundaria. Además, según el nivel es descriptivo, puesto que se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Así mismo, según la intervención del investigador es observacional y por último se muestra que la investigación según su diseño es no experimental.

Con respecto a la población de estudio esta dado por los datos obtenidos en los procesos de perforación y voladura, cuya muestra es tomada en base al periodo de estudio. Las técnicas utilizadas para esta tesis es análisis documental, la que permitió recopilar información de reportes de costos de operaciones, y costos de producción, avance de producción, sistemas de gestión utilizados y análisis de su producción mineralógica; así como también documentos originales propiamente de la empresa, además de información bibliográfica de fuentes secundarias, mediante ello se pudo ampliar los conocimientos sobre los sistemas de gestión de calidad basados en KPI's para la reducción de costos en perforación y voladura permitiendo así fundamentar la investigación, asimismo, documentos y supervisión de avance de producción y perforación, y análisis del tipo de gestión de control de producción de la unidad minera . Los instrumentos utilizados fue la ficha de análisis documental; posterior al análisis de determinadas fuentes de la empresa de manera explícita

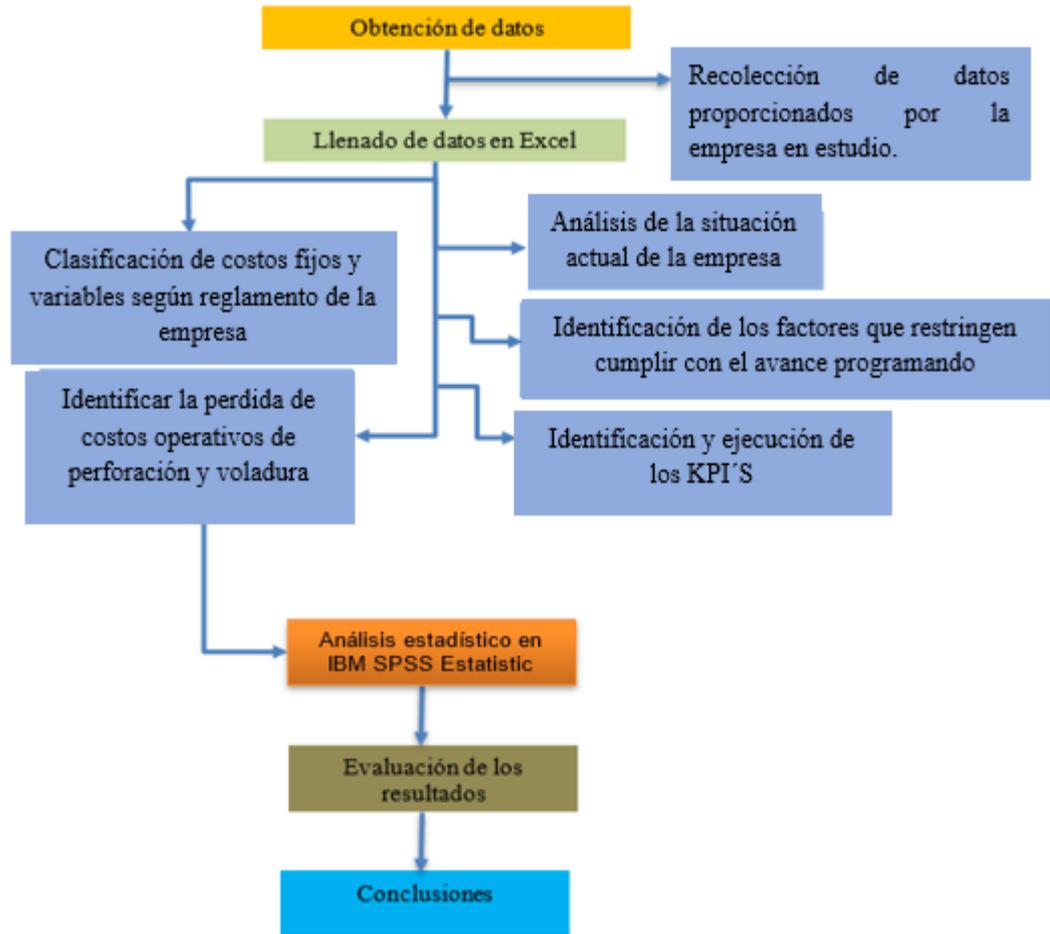
y precisa, para luego ser consideradas en el trabajo. Asimismo, se utilizó pruebas estadísticas descriptivas, además de técnicas computarizadas para el procesamiento y análisis de datos, en los programas de Excel, y SPSS 21, que permitieron determinar diversos cálculos estadísticos de utilidad y brindar los resultados mediante tablas y/o gráficos con el fin de tener una mejor interpretación, plasmándose estos en Ms, Word.

La investigación está citada por todas las fuentes consultadas para su realización, además se cuenta con la autorización correspondiente por parte de la empresa la cual nos proporcionó los datos necesarios para llevar a cabo este caso de estudio, esta información será usada con fines académicos, mostrando los resultados que una investigación debe presentar basada en el método científico.

A continuación, se muestra el procedimiento:

Figura 1

Procedimiento del Proceso



Nota: En la presente tabla se detalla el procedimiento de la obtención de datos y el proceso para la obtención de resultados.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Análisis de la situación actual de la empresa minera Har Mining Corporation

SAC

Tabla 1

Costos unitarios de avance

Descripción	Cantidad/Unidad	unidad
Costos Fijos	S/	
Mano de Obra	140	Día
Perforadora	74,35	Día
EPP y Herramientas de perforación	25,65	Día
Sub Total	240	Día
Costos Variables	S/	
Aceros y accesorios de perforación	1,72	m/avance
Explosivos y accesorios de voladura	30,89	m/avance
Otros	20,64	m/avance
Sub Total	53,25	m/avance

Nota: Los resultados mostrados en la tabla detallan los costos fijos y el costo unitario de cada metro de avance según los datos recolectados. Fuente: Har Mining Corporation SAC

Tabla 2

Descripción de tiempo por taladros perforados

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo promedio de perforación efectiva	4,50	Min
Tiempos muertos de perforación	2,00	Min
Total de tiempo de perforación	6,50	min/tal

Nota: Los resultados mostrados en la tabla detallan los tiempos utilizados por cada taladro perforado los datos recolectados. Fuente: Har Mining Corporation SAC.

RESULTADOS DE TOMA DE DATOS DE ANALISIS INICIAL

Tabla 3

KPI'S de Producción (análisis)

Tipo	Zona	Programación Anual	Programación Mes	MES 1	MES 2	Programación Fecha	Programación Acumulada	% de Avance
Vetas	María	8880	740	493	482	1480	975	66
	Flor	10200	850	380	373	1700	754	44
	Estrella	4200	350	273	302	700	574	82
	T. Vetas	23280	1940	1146	1157	3880	2303	59
Cuerpos	Alta	3456	288	113	114	576	227	39
	Intermedia	14352	1196	883	861	2392	1743	73
	Baja	1872	156	77	78	312	154	49
	T. Cuerpos	19680	1640	1072	1052	3280	2124	65
General	T. General	42960	3580	2217	2208	7160	4427	62

Nota: Los datos obtenidos se presenta el avance de perforación antes de aplicar KPI'S durante 2 meses de prueba. Fuente: Har Mining Corporation SAC

Figuras KPI'S

Figura 2

Gráfico de KPI'S de avance – TM, mes 1- 2

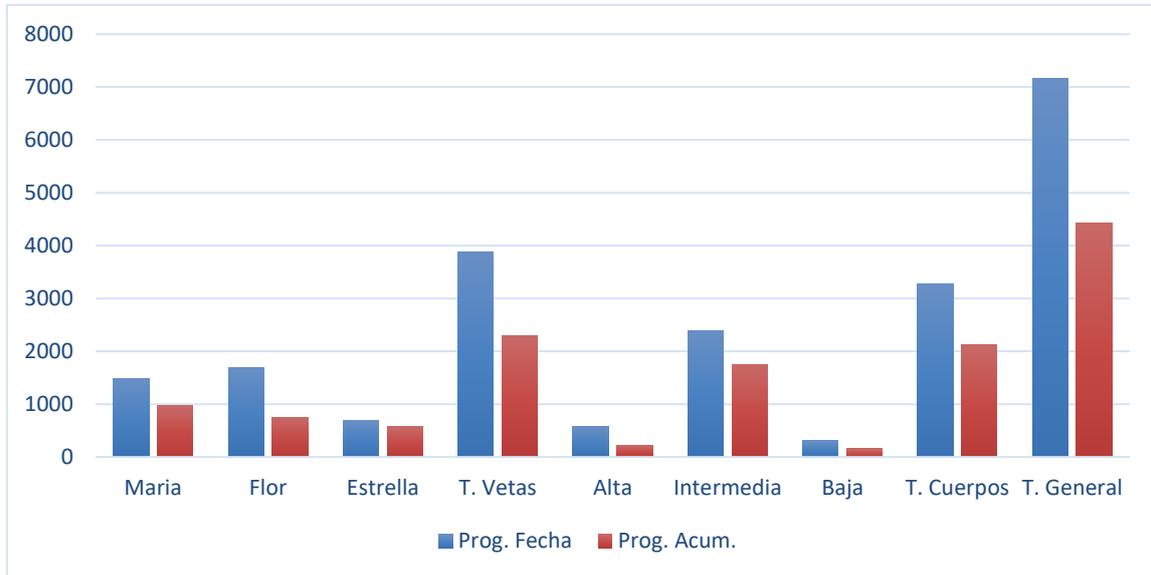
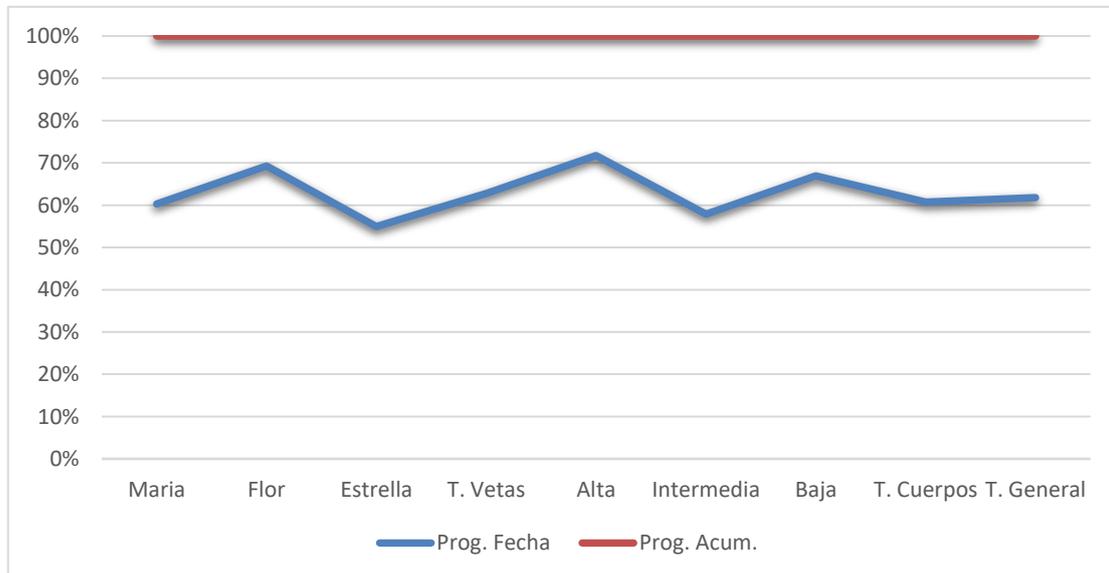


Figura 3

Gráfico KPI'S de % de avance de producción, mes 1 – 2



Nota: En los cuadros y gráficos se puede apreciar los avances requeridos por semana y los avances realizados por semana de la operación minera, ante esta situación esta deficiencia de debe a los problemas de equipos y operadores durante el día que se detallara en la siguiente tabla

3.2 Identificación del KPI correspondiente a usar

Tabla 4

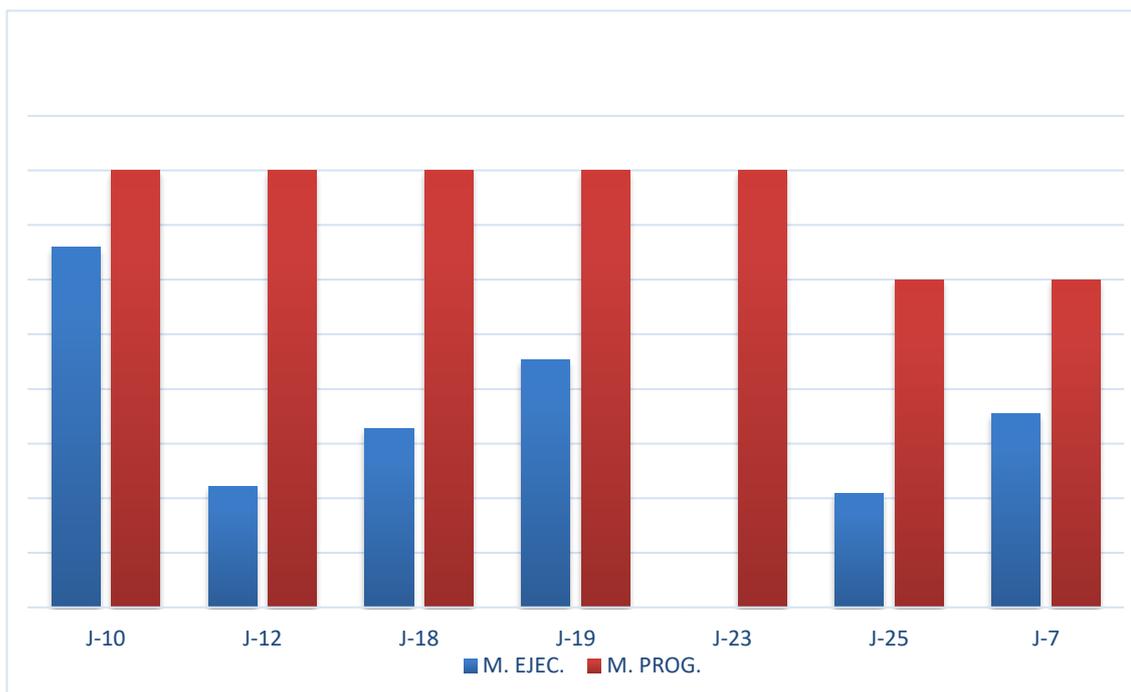
Análisis de Identificación de KPI

KPI Identificado	Indicadores	Problemática
<ul style="list-style-type: none"> • Utilización efectiva de equipos • Avance de perforación • Disponibilidad de equipos • Análisis de pérdida de costos 	Tiempo de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Mala estimación de tiempos de producción por la insuficiencia de los equipos de trabajo. • Falta de control en cuanto a las fechas de revisión técnica de las perforadoras y otras máquinas.
	Índice de ausentismo laboral	<ul style="list-style-type: none"> • Faltas Injustificadas. • Descansos Médicos. • Licencias o permisos • Retiros • Ingreso a destiempo • Suspensiones
	Abastecimiento de suministros	<ul style="list-style-type: none"> • Demora de gestión de pedidos • Falta de control de almacén

Nota: En la presente tabla se realiza la identificación de KPI tomando en cuenta la problemática de la empresa. Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Gráfico de avance por equipo



Nota: En la presente tabla se muestra los metros programados y perforados por equipo durante los 2 primeros meses en la empresa minera.

Costos Ejecutados por KPI'S

Tabla 5

Costos Totales de Avance por semana

Tipo	Zona	Programa Semanal	Programa Acumulado Semanal	Costos Fijos	Costos Variable Programado	Costos Variables Acumulado	Costos Total Program.	Costos Total Acum.
Vetas	María	173	108	S/ 1680	S/ 9195	S/ 5768	S/ 10875	S/ 7448
	Flor	198	84	S/ 1680	S/ 10561	S/ 4464	S/ 12241	S/ 6144
	Estrella	82	64	S/ 1680	S/ 4349	S/ 3398	S/ 6029	S/ 5078
	T. Vetas	453	256	S/ 5040	S/ 24105	S/ 13630	S/ 29145	S/ 18670
Cuerpos	Alta	67	25	S/ 1680	S/ 3578	S/ 1346	S/ 5258	S/ 3026
	Intermedia	279	194	S/ 1680	S/ 14860	S/ 10316	S/ 16540	S/ 11996
	Baja	36	17	S/ 1680	S/ 1938	S/ 913	S/ 3618	S/ 2593
	T. Cuerpos	383	236	S/ 5040	S/ 20377	S/ 12575	S/ 25417	S/ 17615
General	T. General	835	492	S/ 10080	S/ 44482	S/ 26205	S/ 54562	S/ 36285

Nota: En la presente tabla se muestra los costos programados y acumulados evaluados semanalmente por un tiempo de 2 meses, utilizando los datos analizados en el sistema basado en KPI'S. Elaboración propia.

Tabla 6

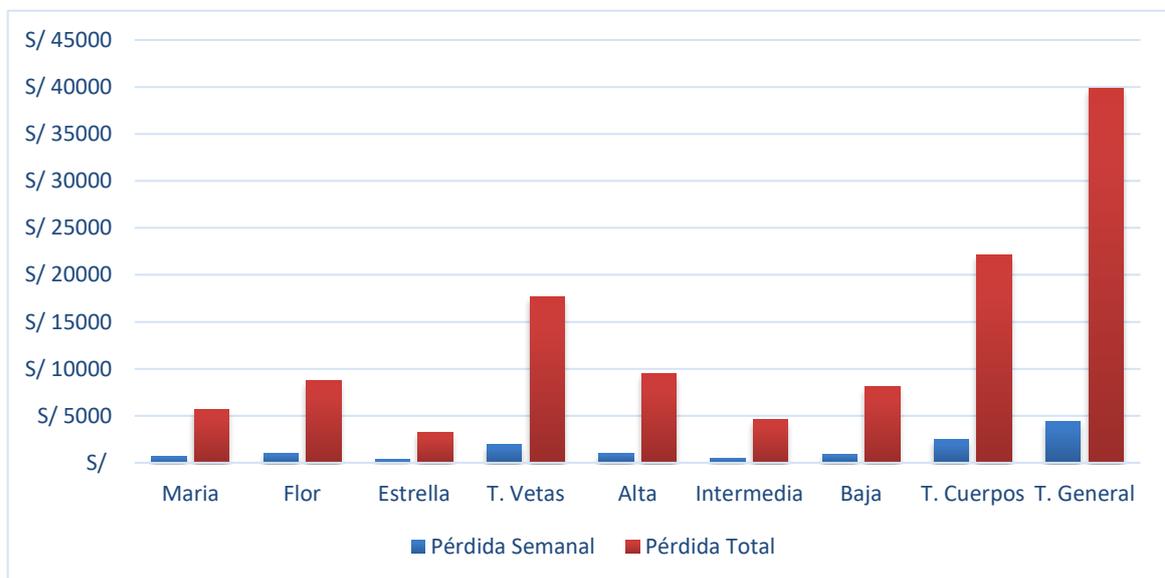
Pérdida de costos fijos en avance semanal y mensual

Tipo	Zona	Factor de Pérdida	Pérdida Semanal	Pérdida Total
Vetas	Maria	- 6	-S/ 629	-S/ 5663
	Flor	- 12	-S/ 968	-S/ 8716
	Estrella	- 6	-S/ 363	-S/ 3271
	T. Vetas	- 23	-S/ 1961	-S/ 17650
	Alta	-42	-S/ 1050	-S/ 9450
Cuerpos	Intermedia	- 3	-S/ 512	-S/ 4609
	Baja	- 53	-S/ 901	-S/ 8109
	T. Cuerpos	- 98	-S/ 2463	-S/ 22168
General	T. General	- 121	-S/ 4424	-S/ 39818

Nota: En la presente tabla se muestra la pérdida de costos durante 2 meses y el promedio de pérdida de costo por semana, utilizando los datos analizados en el sistema basado en KPI'S. Elaboración propia.

Figura 5

Gráfico de Pérdida de Costos Fijos en Avance, mes 1 - 2



Nota: En el siguiente gráfico se aprecia la pérdida de costos de la tabla 6 por cada tipo de zona. Elaboración propia.

RESULTADOS DE IMPLEMENTACION KPI'S

Tabla 7

KPI'S de avance (implementación)

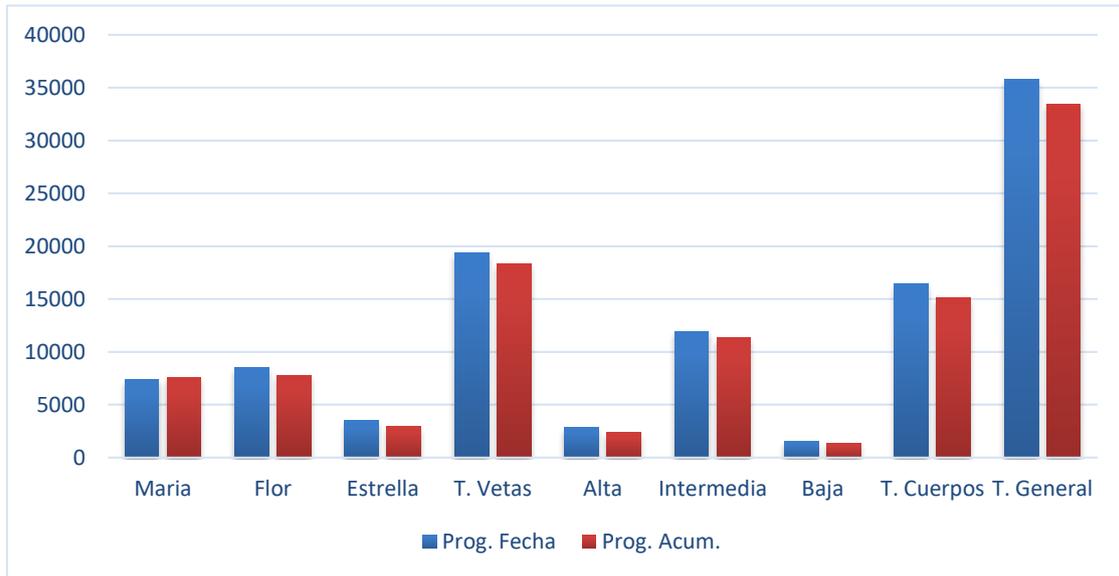
Tipo	Zona	Prog. Anual	Prog. Mes	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	Prog. Fecha	Prog. Acum.	% de Avance
Vetas	Maria	8880	740	708	763	689	673	791	783	708	716	874	909	7400	7615	103
	Flor	10200	850	739	741	787	821	760	773	840	825	761	743	8500	7787	92
	Estrella	4200	350	288	284	296	295	291	288	301	314	300	291	3500	2947	84
	T. Vetas	23280	1940	1735	1788	1772	1789	1842	1844	1849	1856	1934	1943	19400	18349	95
	Alta	3456	288	226	226	231	219	243	267	220	227	272	248	2880	2385	83
Cuerpos	Intermedia	14352	1196	1103	1096	1141	1152	1095	1114	1186	1209	1132	1117	11960	11341	95
	Baja	1872	156	108	112	111	115	115	118	117	116	167	311	1560	1391	89
	T. Cuerpos	19680	1640	1438	1434	1483	1486	1453	1499	1523	1552	1571	1676	16400	15117	92
General	T. General	42960	3580	3173	3222	3255	3275	3295	3343	3372	3408	3506	3619	35800	33466	93

Nota: Los datos obtenidos se presenta el avance de perforación después de aplicar KPI'S durante 10 meses de prueba. Fuente: Har Mining Corporation SAC

Gráfico KPI'S

Figura 6

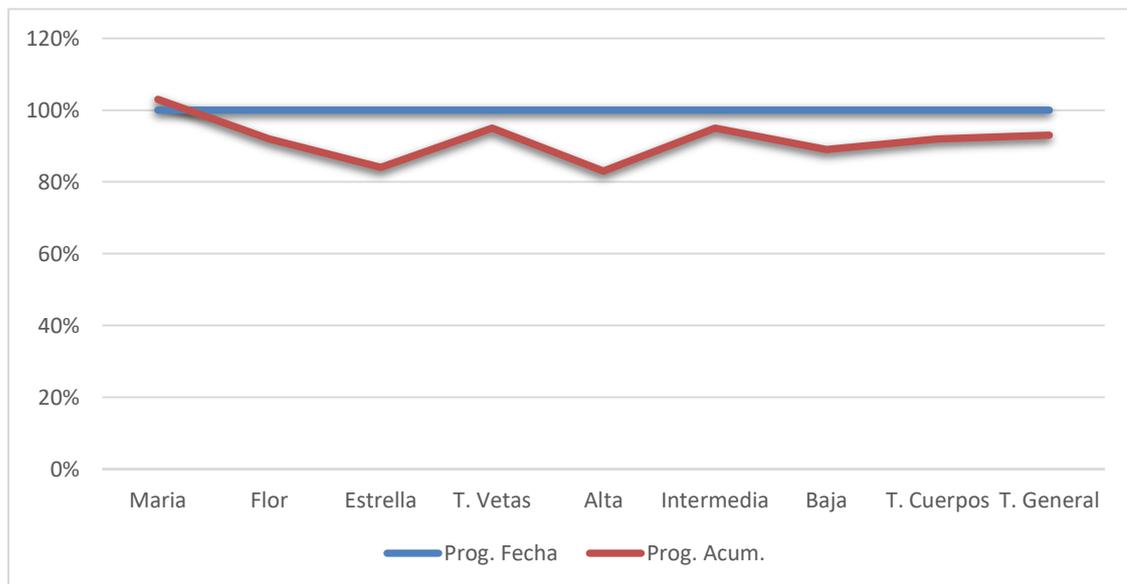
Gráfico de KPI'S de avance de perforación, mes 3 - 12



Nota: En el siguiente gráfico se aprecia el avance programado y el avance acumulado, después de implementar un sistema basado en KPI'S. Elaboración propia.

Figura 7

Gráfico % de KPI'S de avance, mes 3 - 12



Nota: En los cuadros y gráficos se puede apreciar los avances requeridos por semana y los avances realizados por semana dentro de la operación minera, ante la implementación de un sistema de KPI'S, el área de Perforación y Voladura han incrementado sus avances. Elaboración propia.

Costos ejecutados por KPI – Implementación de KPI'S
Tabla 8
Costos Totales de Avance, mes 3 - 12

Tipo	Zona	Prog. Semanal	Prog. Acum. Semanal	Costos Fijos	Costo Variable Prog.	Costo Variable Acum.	Costo Total Prog.	Costo Total Acum.
Vetas	Maria	173	177	S/ 1680	S/ 9195	S/ 9430	S/ 10875	S/ 11110
	Flor	198	181	S/ 1680	S/ 10561	S/ 9643	S/ 12241	S/ 11323
	Estrella	82	69	S/ 1680	S/ 4349	S/ 3649	S/ 6029	S/ 5329
	T. Vetas	453	427	S/ 5040	S/ 24105	S/ 22722	S/ 29145	S/ 27762
	Alta	67	55	S/ 1680	S/ 3578	S/ 2953	S/ 5258	S/ 4633
Cuerpos	Intermedia	279	264	S/ 1680	S/ 14860	S/ 14045	S/ 16540	S/ 15725
	Baja	36	32	S/ 1680	S/ 1938	S/ 1722	S/ 3618	S/ 3402
	T. Cuerpos	382	351	S/ 5040	S/ 20376	S/ 18720	S/ 25416	S/ 23760
General	T. General	835	778	S/ 10080	S/ 44481	S/ 41442	S/ 54561	S/ 51522

Nota: En la presente tabla se muestra los costos programados y acumulados con un total de 10 meses, utilizando los datos analizados en el sistema basado en KPI'S. Elaboración propia.

Tabla 9
Pérdida de costos fijos en Avance / mes 3 – 12

Tipo	Zona	Factor de Pérdida	Pérdida	Pérdida Total
Vetas	María	0	S/ 42	S/ 1813
	Flor	-1	-S/ 147	-S/ 6313
	Estrella	-4	-S/ 261	-S/ 11205
	T. Vetas	-5	-S/ 365	-S/ 15705
Cuerpos	Alta	-5	-S/ 275	-S/ 11825
	Intermedia	0	-S/ 90	-S/ 3884
	Baja	-6	-S/ 187	-S/ 8027
	T. Cuerpos	-11	-S/ 552	-S/ 23736
General	T. General	-16	-S/ 917	-S/ 39441

Nota: En la presente tabla se muestra la pérdida de costos durante 10 meses y el promedio de pérdida de costo por semana, utilizando los datos analizados en el sistema basado en KPI'S. Elaboración propia

Tabla 10
Análisis de Optimización de Pérdida de Costos Fijos

Tipo	Zona	Pérdida 1	Pérdida 2	Reducción %
Vetas	María	-S/ 629	S/ 42	107
	Flor	-S/ 968	-S/ 147	85
	Estrella	-S/ 363	-S/ 261	28
	T. Vetas	-S/ 1961	-S/ 365	81
Cuerpos	Alta	-S/ 1050	-S/ 275	74
	Intermedia	-S/ 512	-S/ 90	82
	Baja	-S/ 901	-S/ 187	79
	T. Cuerpos	-S/ 2463	-S/ 552	78
General	T. General	-S/ 4424	-S/ 917	79

Nota: En la presente tabla se muestra la optimización de pérdida por semana, realizando una comparación de costos semanal y la reducción porcentual de pérdidas, utilizando los datos analizados en el sistema basado en KPI'S. Elaboración propia

Prueba de hipótesis

H₀: No existe una influencia significativa de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera de la región de La Libertad.

H₁: Si existe una influencia significativa de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera de la región de La Libertad.

Criterio de decisión: El valor de significancia debe ser mayor a 0.05 para aceptar la hipótesis alternativa (H₁) y afirmar la diferencia de varianzas.

Por otro lado, se tiene que a un nivel de significancia del 5%, la “correlación nula” para el estadístico T es 2.26, por lo tanto, si el valor es mayor, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 11 Comparación de pérdida de costos fijos en zona Vetas antes y después de la aplicación de los KPI'S

Comparación de pérdida de costos fijos en zona Vetas antes y después de la aplicación de los KPI'S

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Zona Vetas (María, Flor y Estrella)	Se han asumido varianzas iguales	9.277	0.038	-4.531	4	0.011	-3830.333
	No se han asumido varianzas iguales			-4.531	2.092	0.042	-3830.333

Nota: De la tabla 11 podemos inferir que, existe influencia de la aplicación de los KPI'S en la reducción de costos ya que el valor de significancia es menor al 5% (sig. = 0.038) además se tiene que el valor $9.277 > t_0 = 2.26$ reafirmando el rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que la perdida de costos por zona (María, Flor y Estrella) han reducido significativamente sus costos al aplicar los KPI'S, asimismo esta prueba se realizó mediante test de varianzas de Levene. Elaboración en el software SPSS 21.

Tabla 12 Comparación de pérdida de costos fijos en Zona Cuerpos antes y después de la aplicación de los KPI'S

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Zona	Se han asumido	6.690	0.041	-2.100	4	0.034	-8269.667
Cuerpos (Baja, Intermedia y Alta)	varianzas iguales						
	No se han asumido			-2.100	2.292	0.041	-8269.667
	varianzas iguales						

Nota: De la tabla 12 podemos inferir que, existe influencia de la aplicación de los KPI'S en la reducción de costos ya que el valor de significancia es menor al 5% (sig. = 0.041) además se tiene que el valor $6.690 > t_0 = 2.26$ reafirmando el rechazo de la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que la pérdida de costos por vetas baja, intermedia y altas han reducido significativamente sus costos al aplicar los KPI'S, asimismo, esta prueba se realizó mediante test de varianzas de Levene. Elaboración en el software SPSS 21.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de la presente investigación es determinar la influencia de los KPI'S en la reducción de costos operativos en perforación y voladura en una pequeña empresa minera, esto se debe que el Perú es un país reconocido por su minería a nivel mundial, es por ello, las empresas mineras realizan el esfuerzo de extraer el mineral en grandes volúmenes, sin embargo, existen minas que no logran alcanzar su producción diaria establecida generando pérdida de costos operativos para dicha mina (Wiest, 2019) .En la presente investigación se determinó que existe una influencia significativa entre los KPI'S y la reducción de costos operativos en perforación y voladura en una pequeña empresa minera. En el estudio realizado por Ozdemir y Kumral (2018), determina que la propuesta de un modelo de costos que considera las actividades del ciclo minero y un enfoque de todo el sistema para minimizar el costo total minero de producción, se obtiene una optimización de costo operativos en la actividad minera que corresponde a una disminución del 16,8%, ante estos resultados es determinante que las pequeñas empresas mineras en el Perú, realicen un control de sus operaciones mediante el uso de los KPI'S para obtener una reducción de costos operativos en sus actividades diarias, caso contrario seguiría generando grandes pérdidas.

Para realizar el estudio de la investigación nuestro objetivo específico es analizar la situación actual de la empresa minera Liberteña, ya que, no cuenta con el uso de los KPI'S para llevar un control de su producción realizada por día, debido a que no se ejecuta al 100% el avance programado de producción, asimismo, al ejecutar los KPI'S, (Marco, 2020) se establece según el análisis como pérdida de costo más significativo que tiene la empresa, obteniendo como resultado que la pérdida de costos son elevados, debido que el avance mensual no llega a estimación programada por mes; sin embargo, mediante la implementación de un sistema de gestión de calidad basados en KPI's de producción se logró una Optimización de 79 % en la pérdida de costos en el área de perforación y voladura

dentro de la empresa en estudio. En la investigación de Carrera (2020), concluye que mediante el uso de KPI'S, la tasa de recuperación en diciembre de 2018 fue de 88,87%, pero aumentó en el periodo 2019 (evaluación) a un rango de 80,39 – 8,32%, con una tasa de recuperación promedio anual de 89,13%, dijo también el autor Quispe y Aguirre (2021). Un proyecto de investigación encontró que la producción aumentó un 31% respecto a la producción actual, concluyendo que los Indicadores Clave de Desempeño (KPI) permiten hacer recomendaciones e implementar mejoras basadas en el análisis y seguimiento de los procesos operativos. área de investigación.

En la presente investigación, el segundo objetivo específico es identificar los KPI'S necesarios para medir de manera eficaz el desarrollo del trabajo en el área de perforación y voladura, para poder reducir los costos operativos, por ello, es necesario saber qué tipo de indicadores se tomaran en cuenta para el cumplimiento del objetivo anterior (Lama, 2015), obteniendo como resultado 4 KPI's los cuales se aplicaron al plan que se elaboró, estos fueron: la utilización efectiva de equipos, avance de perforación, la confiabilidad de equipos, análisis de pérdida de costos. Estos KPI's fueron seleccionados debido a las problemáticas que presenta la pequeña empresa minera, asimismo, los KPI's identificados anteriormente se basan en la norma ISO 9001:2015, teniendo en cuenta que la empresa entres su clasificación de producción es una pequeña empresa minera. En la investigación de Caron Business Solutions (2018), fundamenta que el proceso de identificación y medición de KPI debe observar qué acciones y procesos específicos llevan a la empresa a alcanzar estos objetivos, así también los afirma DeGoyeneche (2019), al implementar los KPI'S se puede lograr mejores resultados en costos operativos y productividad, mediante un control de los procesos operativos de las actividades diarias en la minería, de esta manera se concluye que es de vital importancia identificar los KPI'S necesarios para llevar a cabo la mejora continua del área de estudio.

El tercer objetivo de la presente investigación es aplicar KPI'S para la reducción de costos operativos, dado que se determinó que la pérdida de costos operativos es alto, por ello, es necesario hallar la cantidad de pérdidas económica en cada actividad para poder realizar un control de mejora en dicha área (Quispe y Aguirre, 2021), teniendo como resultado una mejora de productividad en un 63 % de la producción actual durante los 10 meses después de aplicar el KPI'S, de esta manera al aumentar la productividad, la pérdida de costos fijos y variables se optimizan, siendo como resultado una reducción de costos en un 79 % de costos operativos, asimismo, los autores, Quispe y Aguirre (2021) determinan que al usar los KPI'S la producción aumentó en 147,52 t/h, representando una producción aumentó un 31% respecto a la producción actual, de este modo, se aprecia que el uso de KPI'S ayuda a reducir los costos de operación y el aumento de la productividad minera.

En la presente investigación el último objetivo específico es determinar la reducción de costos en el área de perforación y voladura, al implementar los KPI'S en la pequeña empresa minera de estudio, se logró aumentar el nivel de producción así como reducir los costos operativos en perforación y voladura, optimizando un 79% equivalente a S/150 800, el autor Infantes (2018), en su investigación logro la reducción de costos en el área de perforación y voladura donde llegó a la conclusión que, el costo de las operaciones de perforación y voladura con el estándar inicial en el proyecto 055 fue \$4.5636/TM/mes y \$4.1103/TM en el estándar final, este último mostró una optimización de costos de \$8.93 asimismo el autor Estofanero (2020) mediante la introducción un sistema de producción integrado, concluye que logro identificar una reducción económica por un valor de USD 47,112, de esta manera se puede apreciar que el uso de KPI'S ayuda a reducir significativamente los costos de operación minera al realizar un estricto seguimiento y control de las actividades diarias.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se determinó que existe una influencia significativa entre los KPI'S y la reducción de costos operativos en perforación y voladura en una pequeña empresa minera de la región de La Libertad, al realizar la ejecución de los KPI'S y analizar sus costos ejecutados, se halló una optimización del 79% de los costos operativos en dicha área, asimismo, se establece que dicha optimización es análisis de los 10 meses después de haber realizado la implementación de los KPI'S, de este modo se recomienda el uso de los KPI'S para llevar un buen control de las actividades diarias y no tener pérdidas de costos operativos.

Durante la investigación se logró analizar la situación actual de la pequeña empresa minera, donde se apreció que no tienen un control de producción y costos operativos, teniendo como consecuencia un elevado pérdida de costos operativos, a través de análisis de costos unitarios e indicadores de rendimiento se determinó una optimización de costos operativos en un 79 % en área de perforación y voladura, por ello, se recomienda realizar un estudio de calidad de la empresa para poder identificar los KPI'S necesarios para mejorar el estado actual de la empresa minera.

Después de identificar la situación actual de la empresa, fue de vital importancia definir los KPI'S necesarios para realizar el estudio, estos KPI's fueron seleccionados debido a las problemáticas que presenta la pequeña empresa minera donde se identificó 4 KPI'S: la utilización efectiva de equipos, avance de perforación, la confiabilidad de equipos, análisis de pérdida de costos, es por ello, se recomienda identificar los KPI'S basados en la norma ISO 9001 para una mayor eficiencia.

Al ejecutar los KPI'S se determinó que la pérdida de costos operativos es alta, debido a un notorio bajo rendimiento laboral en la pequeña empresa minera, es por ello, que al ejecutar los KPI'S, aumento un 63 % más de la producción actual, de esta manera al

aumentar la productividad, los costos operativos se reducen en un 79 % en el área de perforación y voladura, de esta manera, se recomienda seguir el procedimiento de ejecución de los KPI'S para obtener óptimos resultados.

Finalmente, en la presente investigación se logró calcular la reducción de costos operativos mediante el uso de los KPI'S, teniendo como un resultado favorable una reducción de S/ 150 800 equivalente a un 79 % de optimización de costos operativos en tan solo 10 meses, asimismo, se recomienda realizar un buen análisis de las actividades para la implementación de los KPI'S necesarios para que puedan brindar resultados óptimos en beneficio de la empresa.

REFERENCIAS

- Aguilar, M., & Chilón, F. (2017). *Estimación de presiones dinámicas inducidas por voladura para definir distancias críticas para detonadores electrónicos daveytronic en tajo la quinua Yanacocha*. Obtenido de Universidad Privada del Norte: <https://docplayer.es/131187965-Facultad-de-ingenieria.html>
- Alfaro, C. (2020). *Incremento del beneficio económico mediante la implementación de un sistema integrado entre operaciones mina, oficina técnica, logística y recursos humanos en el Tajo San Gerardo – Mina Atacocha*. Obtenido de Universidad Nacional del Altiplano: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3226899>
- Bernal, Y. (2018). *Diseño de un sistema de control de gestión para una empresa contratista del rubro minero*. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas : [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624462/Bernal_C Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624462/Bernal_C_Y.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Caron, P. (2018). *Monitoreo de KPI en la industria minera*. Obtenido de Caron Bussines Solutions: <https://www.caronbusiness.com/es/mineria/monitoreo-de-kpi-en-la-industria-minera/>
- Chandía, P. (2017). *Propuesta de sistema de control de gestión para Minera Antucoya*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147566/Contreras%20Estrada%20Natalia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Colombia, U. C. (2020). *Sistema de Gestión de la Calidad*. Obtenido de Univeridad Cooperativa de Colombia: <https://www.ucc.edu.co/Paginas/PageNotFoundError.aspx?requestUrl=https://www.ucc.edu.co/sistema-gestion-integral/Paginas/sistema-gestion-calidad.aspx>

Cuellar, J., & Valverde, E. (2022). *Optimización de los Índices de Perforación y Voladura en el Avance de la Rampa Patrick IV para la Reducción de Costos Operacionales, en la U.M. San Andrés CIA. Minera Marsa 2021.* . Obtenido de Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.: http://190.119.174.92/bitstream/handle/UNAMBA/1187/T_820.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De la Vega, D. (2020). *“Optimización de KPI's y reducción de costos de voladura en vetas angostas, método Bench and Fill Unidad Minera Chipmo CIA. Minera Buenaventura S.A.A.* Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bd4f92c0-7de0-4fd7-a242-44a35cf5cda4/content>

IPE. (2022). *Conflictos sociales costaron más de S/1.500 millones a la minería.* Obtenido de Instituto Peruano de Economía : <https://www.ipe.org.pe/portal/conflictos-sociales-costaron-mas-de-s-1-500-millones-a-la-mineria/>

Juan, R. (2019). *Mejoramiento en los estándares de perforación y voladura para la Optimización de los costos operativos en empresa minera, La Libertad, 2018.* Obtenido de Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21746/R%20Infantes%20Juan%20Joel-Parcial.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Lama, A. (2015). *Propuesta De Estrategias De Mejora Continua En La Compañía Airwelde S.A. Mediante Un Diagnóstico De Los Procesos A Través De La Implementación De KPI's (Key Performance Indicators) Dentro De La Compañía.* Obtenido de Propuesta De Estrategias De Mejora Continua En La Compañía Airwelde S.A. Mediante Un Diagnóstico De Los Procesos A Través De La Implementación Universidad Católica De Santiago De Guayaquil:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4379/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-218.pdf>

Marco, A. (2020). *Optimización de la recuperación de mineral en el método de explotación bench and fill con taladros largos en la veta Magistral Centro - Tajo 4230 de Minera Trevali Perú - Unidad Santander*. Obtenido de Universidad Continental: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8034/3/IV_FIN_110_TE_Ayuque_Carrera_2020.pdf

Medina, G. (2010). *Costos de producción en la minería artesanal*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=1&idTitular=2506>

Ozdemir, b., & Kumral, M. (2018). *Un enfoque de todo el sistema para minimizar el costo operativo de la producción de banco en operaciones de minería a cielo abierto*. Obtenido de University Street: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40789-018-0234-1.pdf>

Quispe, D., & Aguirre, A. (2021). *Indicadores claves de desempeño (KPI) para optimizar la explotación*. Obtenido de Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2543/1/T026_72659144_T.pdf

Roman, E. (2020). *Historia de los Key Performance Indicators (KPIs) y Cuadro de Mandos Integrales o Equilibrados (CMI) o Balanced Scorecard (BSC)*. Obtenido de ER Gestión de Procesos: <https://er-gestion.com.ar/mejora-continua/historia-de-los-key-performance-indicators-kpis-y-cuadro-de-mandos-integrales-o-equilibrados-cmi-o-balanced-scorecard-bsc/>

Viana, R. (2018). *Minería en américa latina y el caribe, un enfoque socioambiental*. Obtenido de Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1066/1703#toc>

Wiest, J. (2019). *Modelo de programación de operaciones en una mina a cielo abierto: aplicación en organización corona*. Obtenido de Universidad de la Sabana:
https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_610df69d05304e8441336c3d8d073847

Zevallos, A. (2020). *Aplicación de dashboard para mejorar la toma de decisiones en el área de perforación y voladura en Unidad Santa María – Cia Minera Poderosa S.A.*
Obtenido de Universidad Nacional de Trujillo:
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16893>

ANEXOS

Tabla 13: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	CATEGORÍA/VARIABLE	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
¿Cuál es la influencia de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera?	<p>Objetivo General Determinar la influencia de los KPI'S en la reducción de costos operativos de perforación y voladura en una pequeña empresa minera.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar la situación actual de la empresa minera. - Identificar los KPI necesarios para medir de manera eficaz el desarrollo del trabajo en el área de Perforación y Voladura. - Aplicar KPI'S para reducción de costos operativos. - Determinar la reducción de costos en el área de perforación y voladura. 	<p>Variable 1 Influencia de los KPI'S</p> <p>Variable 2 Reducción de costos operativos de perforación y voladura</p>	<p>-Enfoque de investigación: Es de enfoque cuantitativo.</p> <p>-Tipo de investigación según su carácter: Es una investigación propositiva.</p> <p>-Planificación de investigación: Investigación retrospectiva.</p> <p>-Según el nivel: Investigación descriptiva.</p> <p>-Según la intervención del investigador: Investigación Observacional.</p> <p>-Diseño de investigación: Investigación no experimental.</p> <p>-Técnica: Análisis documental.</p> <p>-Instrumento: - Ficha de análisis documental.</p>	<p>Población Avance de producción y perforación diaria en la unidad minera.</p> <p>Muestra Costos Operativos en el área de perforación y voladura ”.</p>

Nota: Grado de coherencia y conexión entre el título, el problema, los objetivos, las variables, Metodología, la población y muestra del caso de estudio.

Tabla 14: Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
KPI'S	Herramienta para valorar el nivel de rendimiento de un proceso, el cual está vinculado con la estrategia a seguir para lograr un objetivo (Vilma Núñez,2018).	Medir de manera eficaz el desarrollo del trabajo en PV para contar con un sistema de control y seguimiento de este, lo que les permite tener una mayor comprensión del error y del éxito de estas.	Eje temático KPI's de producción	Producción Calidad Eficiencia	Nominal
Reducción de costos operativos en perforación y voladura Temática	Valoración económica de la totalidad de los recursos sacrificados (o dejados de percibir) para la obtención de un fin productivo (ContaPyme, s.f.).	Analiza de los costos unitarios de cada proceso del área de perforación y voladura	Costos Unitarios	Directos Indirectos	Razón
Propuesta de mejora de producción mediante el uso de un sistema de gestión de calidad. Propositiva	Un Sistema de Gestión de Calidad es una herramienta que le permite a cualquier organización planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión, a través de la prestación de servicios con altos estándares de calidad, los cuales son medidos a través de los indicadores de satisfacción de los usuarios.	Analizar el desempeño de forma integral y, además, poder detectar las oportunidades de mejora, las cuales, implementadas exitosamente, se reflejarán en un cambio sustancial de los indicadores de desempeño de la Organización.	Eje propositivo Gestión de la calidad	Producción Rentabilidad rendimiento	Razón

Nota: Variable temáticas, fáticas y propositivas, que componen el problema de investigación.

Figura 8

Formato de Matriz de Instrumento

SISTEMA INTEGRADO DE GESTION						
HAR MINING CORPORATION SAC	DEPARTAMENTO DE OPERACION				OPE-F-000	
	REPORTE DIARIO DE PERFORACION ROTATIVA				Fecha de Aprob. 04/12/10	
					Revision: 02	
				Pag 1 de 1		
Codigo de registro						
PROYECTO:	NORTE: _____ ESTE _____ COTA _____		<input type="checkbox"/> SUPERFICIE		<input type="checkbox"/> INTERIOR MINA	
SONDAJE N°	AZIMUT	INCLINACION	FECHA			
UBICACION						
COMPañÍA	MAQUINA	TURNO		<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B		
P E R F O R A C I O N						
LÍNEA DE PERFORACION (Ø)	DESDE	HASTA	AVANCE (m)	%	OBSERVACIONES	
PROF. INICIO DE TURNO (m)						
PROF. FIN DE TURNO (m)						
AVANCE POR TURNO (m)						
TOTAL MUESTRA RECUP. (m)						
MAQUINA	HOR. INICIAL	HOR. FINAL				
REGISTRO DE CORONAS						
BROCA (N°)	DE	A				
	DE	A				
	DE	A				
BARRENO N°	DE	A				
LUBRICANTES						
MAQUINA _____						
ACEITES _____						
EXPLOSIVOS	CANT.	UNID.				
DISTRIBUCION DE TIEMPOS						
	HORAS			HORAS		
1.- PERFORACIÓN			8.- DEMORA POR FALTA DE ACCESO			
2.- INSTALACIÓN DE MAQUINA			9.- DEMORA POR FALTA AGUA			
3.- DESINSTALACIÓN DE MAQUINA			10.- DEMORA POR FALTA DE AIRE			
4.- TRASLADO ENTRE PUNTO Y PUNTO			11.- DEMORA POR FALTA DE VENTILACIÓN			
5.- MANTENIMIENTO DE MAQUINA			12.- ESPERA DE INSTRUCCIONES DEL SUPERVISOR			
6.- REPARACIÓN DE PROBLEMAS MECAN			13.- OTRO:			
7.- CHISPEO Y DISPARO						
			TOTAL DE HORAS			
Perforista	Ayudante 1	Ayudante 2				
OBSERVACIONES:						
SUPERVISOR COMPañÍA		HAR MINING CORPORATION SAC			PERFORISTA	

Nota: La presente tabla de instrumento muestra los materiales y equipos, así como también sus diferentes características respectivamente, estos se encuentran enfocados en el área de perforación y voladura. **Fuente:** Har Mining Corporation SAC

Figura 9

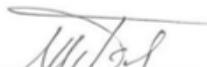
Validación 1 de instrumento

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación :		INFLUENCIA DE LOS KPI'S EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA MINERA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD		
línea de investigación :		Desarrollo sostenible y gestión empresarial.		
Apellidos y nombres del experto:		Walter Klyzman Laiza Vera		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Cuadro Resumen		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una *x* en las columnas de sí o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		sí	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la Investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El Instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El Instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿la redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El Instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  ----- WALTER KLYZMAN LAIZA VERA Ingeniero de Minas CIP N° 320412 </div>				

Nota: Documento de validación de instrumentos de recolección de Datos

Figura 10

Validación 2 de instrumento

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación :		INFLUENCIA DE LOS KPI'S EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA MINERA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD		
línea de investigación :		Desarrollo sostenible y gestión empresarial.		
Apellidos y nombres del experto:		Wilson Carlos Gomez Hurtado		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Cuadro Resumen		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una *x* en las columnas de sí o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la Investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El Instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El Instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿la redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El Instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
		 Wilson C. Gómez Hurtado ING. METALURGISTA R. C. 147500		

Nota: Documento de validación de instrumentos de recolección de Datos

Figura 11

Validación 3 de instrumento

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación :		INFLUENCIA DE LOS KPI'S EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS OPERATIVOS DE PERFORACIÓN Y VOLADURA EN UNA PEQUEÑA EMPRESA MINERA DE LA REGIÓN LA LIBERTAD		
línea de investigación :		Desarrollo sostenible y gestión empresarial.		
Apellidos y nombres del experto:		Jesús Gabriel Vilca Perez		
El instrumento de medición pertenece a la variable:		Cuadro Resumen		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una *x* en las columnas de sí o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Items	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		sí	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la Investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El Instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El Instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿la redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El Instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:		 Jesús Gabriel Vilca Pérez ING. DE MINAS R/CIP. N° 189681		

Nota: Documento de validación de instrumentos de recolección de Datos

PROPUESTA

Los Key performance Indicator (KPI), permiten involucrar a todos los públicos de la empresa en la realización de los objetivos estratégicos de la misma. Con ellos se podrá medir el nivel de satisfacción del cliente, valorar el compromiso de los empleados, la calidad de la gestión de la empresa. Así mismo, reflejan de forma muy sencilla el comportamiento futuro sobre la evolución de nuestra empresa, además de ayudar a analizar cómo van a ir evolucionando nuestras ventas en el futuro y mostrarnos el camino adecuado para ir logrando nuestros objetivos. (ENAE, 2017)

En esta investigación se realizó un sistema basado en KPI'S de producción donde se ejecutó un seguimiento diario al avance de perforación en cada zona de la unidad minera, en el primer mes se seguimiento se precisa que no tenían un buen control sobre el avance de sus actividades mineras, sin embargo, al implementar el sistema KPI'S con el objetivo de optimizar los costos en la actividad de perforación y voladura, se denoto que hubo una optimización de costos fijos siendo un 81.21% dicha optimización.

Para la ejecución de los KPI'S y hacer cumplir con las actividades diarias cada día se necesitó el compromiso de cada trabajador en realizar bien su labor asignada:

- Maestro y Ayudante Perforista: Son los encargados de realizar la perforación minera.
- Ingeniero Topógrafo: Es el encargado de realizar el levantamiento topográfico, asimismo, direccionar la perforación para tener una buena perforación y voladura.
- Ingeniero de Zona: Es el encargado de verificar que se realicen las perforaciones completas y la medida designada en cada perforación, brindando un reporte diario al área de producción.
- Jefe de Producción: Es el encargado de dar la orden y establecer la cantidad de taladros y sus medidas que se harán cada día en cada zona de la unidad minera,

asimismo, es el encargado de controlar y recibir los reportes diarios de cada ingeniero de Zona y llevar el control de taladros ejecutados por día.

Por otro lado, la realización de estas perforaciones en cada zona hay una jumbo designada para realizar estos taladros de perforación, que es operado por el maestro y ayudante de perforación, así mismo, estos equipos cuentan con la tecnología de medir cada perforación realizada, quien esto verificado por el ingeniero de zona.

Para poder llevar a cabo la implementación de los KPI'S de producción necesito la cooperación del Jefe de Producción, Gerente de Operaciones, e Ingenieros de Zona; por otro lado para poder llevar a cabo esta operación y control se necesitó establecer algunas medidas para cada área y trabajadores encargados en esta operación, sienten los siguientes puntos que se tomaron en cuenta:

1. Base legal

- ISO 9001:20155 Sistemas de Gestión de Calidad

2. Beneficios

- Mejorar los procesos
- Reducir desperdicios
- Bajar los costes
- Facilitar e identificar el avance operativo de las operaciones
- Generar compromiso entre el personal
- Aumentar la producción minera

3. Procedimiento

3.1.Aspectos Generales

- Personal capacitado en el uso de KPI
- Regir todo en base a la normativa legal Internacional ISOO:9001
- Tener en cuenta el tiempo correspondiente en el proceso de Gestión de Calidad
- Aplicación correcta de los KPI de producción, logístico y económico

3.2.Responsabilidades

Empresa

- Implementar el uso de KPI
- Inspeccionar y controlar la aplicación de los KPI
- Capacitar a todo el personal sobre el uso de KPI y la importancia de su implementación
- Proporcionar las herramientas necesarias para llevar el control del sistema de gestión

Personal

- Cumplir con las indicaciones brindadas por el encargado de área de Mina
- Llevar el control de los KPI en el área de perforación y voladura
- Cumplir con los avances programados
- Cumplir con los estándares de trabajo seguro
- Responsabilidad con las horas laborales en la operación minera

Herramientas y Equipos

- Brindar las herramientas en buen estado
- Proporcionar el equipo necesario para el buen desempeño de los trabajadores
- Realizar el buen mantenimiento de los equipos para un 100% de confiabilidad
- Capacitar a todo el personal sobre el uso y el buen manejo de las herramientas y equipos.

Descripción de actividades

a) compromiso de la gerencia

Este proceso con la gerencia debe realizarse mediante una reunión en la cual se deberá principalmente capacitar y comprometer a la gerencia, además se deberá presentar la estructura organizacional, funciones y responsabilidades de las diferentes áreas involucradas, asimismo se debe establecer los objetivos que se desea alcanzar posterior a la implementación del sistema de gestión basado en KPI's.

b) Capacitación de las áreas involucradas

La capacitación irá dirigida principalmente a los encargados de las diferentes áreas, en donde estos deberán conocer las ventajas que la implementación del sistema de gestión, asimismo sentirse comprometidos con la propuesta. Además, en este punto se deberá dar a conocer los materiales de trabajo posterior a la implementación exhortándolos a la revisión de estos.

c) Capacitación de producción

En este punto se trata de capacitar y hacer que el área de producción se comprometa a trabajar bajo la implementación del sistema de gestión de calidad basado en KPI's, comprendiendo su aporte en el cumplimiento de los objetivos definidos por la empresa Har Mining Corporación SAC.

d) Distribución de materiales, equipos, entre otros

En esta actividad se espera que tanto personal, las áreas de trabajo, materiales y equipos que involucra la propuesta deberán encontrarse correctamente implementadas de manera que puedan realizar sus funciones desde un perfil estandarizado y controlado según como lo solicite el sistema de gestión de calidad basado en KPI's, además, deberá estar concurrentemente supervisadas para así de esta manera poder cumplir con los objetivos de la empresa.

e) Valoración de la implementación

Esta actividad permite visualizar el desarrollo del proceso de mejora continua, donde además se puede visualizar los avances y los acercamientos a los objetivos establecidos por la empresa Har Mining Corporación SAC, para ello se apoyará del recojo periódico de los registros de control de las diferentes áreas involucradas, donde también se podrá actuar de manera rápida y eficaz ante eventuales defectos que pueda presentar el plan del sistema de gestión de calidad basado en KPI's.