



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LOS PROCESOS DE
EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS Y SU RELACIÓN CON LA
PRODUCTIVIDAD: ESTUDIO DE CASO EN LA EMPRESA BUENOS
HERMANOS, CANTÓN EL TAMBO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

AUTOR: JUAN PABLO CAGUANA BALVOA

DIRECTOR: ING. EDGAR SANTIAGO VASQUEZ HUGO

CAÑAR– ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES**

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LOS PROCESOS DE
EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS Y SU RELACIÓN CON LA
PRODUCTIVIDAD: ESTUDIO DE CASO EN LA EMPRESA BUENOS
HERMANOS, CANTÓN EL TAMBO

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

AUTOR: JUAN PABLO CAGUANA BALVOA

DIRECTOR: ING. EDGAR SANTIAGO VASQUEZ HUGO

CAÑAR – ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Universidad
Católica
de Cuenca

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Juan Pablo Caguana Balvoa portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **015102001-3** Declaro ser el autor de la obra: **Análisis de la eficiencia operativa en los procesos de extracción de materiales pétreos y su relación con la productividad: Estudio de caso en la empresa Buenos Hermanos, Cantón El Tambo**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

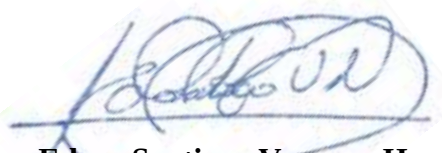
Cañar, 7 de septiembre de 2026


F:
Juan Pablo Caguana Balvoa
C.I. 0151020013

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo denominado " **Análisis de la eficiencia operativa en los procesos de extracción de materiales pétreos y su relación con la productividad: Estudio de caso en la empresa Buenos Hermanos, Cantón El Tambo** " realizado por **Juan Pablo Caguana Balvoa**, con documento de identidad No.**015102001-3**, previo a la obtención del título profesional de licenciado en Administración de Empresas, ha sido asesorado, supervisado y desarrollado bajo mi tutoría en todo su proceso, cumpliendo con la reglamentación pertinente que exige la Universidad Católica de Cuenca y los requisitos que determina la investigación científica.

Cañar, 7 de septiembre de 2026


Ing. Edgar Santiago Vasquez Hugo.
DIRECTOR

Título del trabajo de investigación

AUTORES

Juan Pablo Caguana Balvoa

juan.caguana@est.ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca, Extensión Cañar Ecuador

<https://orcid.org/0009-0001-2839-1168>

Edgar Santiago Vasquez Hugo

esvasquezh@ucacue.edu.ec

Universidad Católica de Cuenca, Extensión Cañar Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-9116-0055>

RESUMEN

La limitada capacidad para optimizar el uso de los recursos operativos constituye una problemática frecuente en las empresas de pequeña minería, debido a su incidencia directa sobre los niveles de productividad y sostenibilidad económica. En este contexto, el objetivo de la investigación fue analizar la eficiencia operativa y su relación con la productividad de la empresa minera Buenos Hermanos durante el período 2021-2025. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo y correlacional, mediante el análisis longitudinal de registros operativos y productivos relacionados con consumo de combustible, costos operativos, volumen producido e ingresos. Los resultados mostraron importantes diferencias mensuales en cada uno de los indicadores de las variables analizadas: como características de un determinado mes se destacó una productividad energética máxima de 30,23 m³/gal en junio de 2021, una producción máxima de 800 m³ en noviembre de 2021 y un ingreso máximo de USD 5.357,00 en el mismo mes. Asimismo, la correlación de Spearman indicó la existencia de una relación positiva significativa entre productividad energética y volumen producido $\rho = 0,814$; $p < 0,01$, así como entre productividad energética e ingresos ($\rho = 0,781$; $p < 0,01$). Para concluir, la eficiencia operativa influye directamente en la productividad y el rendimiento económico de la empresa, constituyéndose como un determinante para la competitividad y la sostenibilidad de las operaciones extractivas.

Palabras Clave: eficiencia operativa, productividad, procesos productivos, materiales péticos, análisis longitudinal.

ABSTRACT

The limited ability to optimize the use of operational resources is a common problem among small-scale mining companies, given its direct impact on productivity levels and economic sustainability. In this context, the objective of the research was to analyze the operational efficiency of the Buenos Hermanos mining company and its relationship to productivity during the 2021–2025 period. The methodology was based on a quantitative approach, with a descriptive and correlational scope, using a longitudinal analysis of operational and production records related to fuel consumption, operating costs, production volume, and revenue. The results showed significant monthly variations in each of the indicators for the variables analyzed: Notable characteristics for a given month included a peak energy productivity of 30.23 m³/gal in June 2021, a peak production of 800 m³ in November 2021, and a peak revenue of USD 5,357.00 in the same month. Likewise, Spearman's correlation coefficient indicated a significant positive relationship between energy productivity and production volume ($\rho = 0.814$; $p < 0.01$), as well as between energy productivity and revenue ($\rho = 0.781$; $p < 0.01$). In conclusion, operational efficiency directly influences a company's productivity and economic performance, making it a key determinant of the competitiveness and sustainability of extractive operations.

Keywords: operational efficiency, productivity, production processes, stone materials, longitudinal analysis.

ÍNDICE

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD	III
CERTIFICADO DEL TUTOR	I
CERTIFICADO DEL TUTOR	I
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCION.....	1
REFERENCIAL TEÓRICO	3
METODOLOGÍA	9
RESULTADOS.....	12
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	18
CONCLUSIÓN.....	19
REFERENCIAS CONSULTADAS.....	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	11
Tabla 2. Indicadores de eficiencia operativa de la empresa Buenos Hermanos (2021-2025).....	12
Tabla 3. Indicadores de productividad de la empresa Buenos Hermanos (2021-2025).....	14
Tabla 4. Distribución de normalidad de los datos	17
Tabla 5. Correlación de Spearman entre eficiencia operativa y productividad.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la concesión minera Buenos Hermanos	2
--	---

INTRODUCCION

La explotación de materiales pétreos constituye una actividad prioritaria para el crecimiento económico y la implementación de proyectos de infraestructura, dado que proporciona los insumos básicos para la edificación de viviendas, carreteras, puentes, así como de otras obras de infraestructura civil. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el sector de la construcción demanda un consumo cercano a los 30 mil millones de toneladas de roca, grava y arena anualmente, siendo el sector de la construcción el mayor usuario de recursos minerales del planeta, evidenciando la necesidad de optimizar los procesos de extracción para respaldar la disponibilidad y sostenibilidad de estos medios de producción (OECD, 2025). En efecto, el incremento en la demanda internacional de agregados minerales ha impulsado la optimización de los procesos de extracción, con el propósito de mejorar la productividad, reducir los costos de explotación y fortalecer sostenibilidad de las operaciones minerales (Feijoo & Farez, 2024; Bercianos et al., 2025; Otto & Lindeque, 2021).

En el Ecuador, la actividad mineral constituye un sector de creciente importancia para la economía nacional como y para el abastecimiento de materiales destinados a la construcción. Jácome et al. (2023), señalan que la productividad de las empresas extractivas depende de su capacidad para optimizar sus operaciones, gestionar eficientemente los recursos y reducir los tiempos improductivos durante las distintas etapas del proceso de explotación.

Desde el ámbito normativo, la extracción de materiales áridos y pétreos se encuentra regulada por la Constitución de la República del Ecuador (2008) y la Ley de Minería. El artículo 264 numeral 12 de la Constitución establece como competencia exclusiva de los gobiernos autónomos descentralizados municipales la regulación, autorización y control de la explotación de minerales áridos y pétreos. Asimismo, el artículo 142 de la Ley de Minería (2024), dispone que corresponde a los gobiernos municipales ejercer la regulación y control de estas actividades en los lechos de ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras. Estas disposiciones, promueven el desarrollar de actividades extractivas bajo criterios de eficiencia, sostenibilidad y aprovechamiento racional de los recursos minerales.

Diversos estudios evidencian varios estudios entre una correlación entre la eficacia operativa y la productividad de las empresas. Rudy (2021) sostiene que la optimización de los procesos operativos mejora el rendimiento de los recursos disponibles, mientras que Ibujés y Franco (2023) concluyen una adecuada planificación de las actividades extractivas incrementa la

producción y favorece el uso de los equipos. No obstante, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado en operaciones mineras de gran escala o en contextos internacionales, existiendo escasa evidencia sobre empresas ecuatorianas de pequeña minería dedicadas a la extracción de materiales pétreos.

Para la empresa Buenos Hermanos, que ejerce actividades de pequeña minería en la comunidad de Coyoctor, situada en el área de influencia de los cantones Cañar y El Tambo que pertenecen a la provincia del Cañar, esta brecha de conocimiento es relevante en función de que la compañía realiza explotación y venta de materiales pétreos para el sector de la construcción del área en que opera. Según informes operativos del primer semestre del 2024, la concesión minera registra un volumen anual de extracción aproximado de 1.000 m³ de materiales pétreos. Durante determinados periodos de producción, especialmente meses que se caracterizan por menor demanda comercial y mayores requerimientos de mantenimiento de mi maquinaria, los costos operativos superan los ingresos generados, considerando un déficit estimado de USD 5.501.44, situación que revela las limitaciones en la eficiencia operativa de la empresa, reflejando la necesidad de optimizar el uso de los recursos involucrados en el proceso extractivo. Adicionalmente, las actividades de extracción demandan un consumo aproximado de cuatro mil galones de combustible al año, así como el uso permanente de maquinaria pesada para las labores de carga, transporte y explotación. Sin embargo, la disponibilidad operativa de estos equipos está condicionada por la ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos, así como por eventuales fallas mecánicas que generan interrupciones temporales en el proceso productivo. Estas circunstancias influyen en la continuidad de las operaciones, provocando variaciones en los niveles de productividad alcanzados por la empresa.

Figura 1. Ubicación geográfica de la concesión minera Buenos Hermanos



Fuente: Obtenida del Geoportal de Catastro Minero del Ecuador (2026).

Posterior a lo expuesto, la presente investigación tiene el objetivo de llevar a cabo un análisis de la eficiencia operativa, así como su relación con la productividad de la empresa minera, Buenos Hermanos durante el período 2021- 2025. Para ello, se asume un enfoque cuantitativo con un alcance de tipo descriptivo y correlacional mediante el análisis longitudinal de registros operativos y productivos de la organización, teniendo un cabo un análisis descriptivo de los datos recolectados mediante la misma, generando así, también una evidencia empírica de la relación entre operativa y productividad en las empresas de la pequeña minería, y generando información útil para una mejor toma de decisiones por parte de la gerencia, y para el fortalecimiento de la gestión productiva del sector extractivo.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Eficiencia operativa en la gestión empresarial

De acuerdo con el planteamiento de Arroyo et al. (2025) la eficiencia tiene como fin último la producción y constituye uno de los aspectos más importantes dentro de la administración del proceso productivo, ya que permite comprender cómo una organización puede utilizar de manera óptima los recursos disponibles para alcanzar sus objetivos, minimizando desperdicios, tiempos improductivos y costos operativos innecesarios. En este contexto, la eficiencia no solamente se vincula con la producción de cantidades mayores, sino con esa capacidad que optimiza el proceso de interacción entre recursos tanto humanos, financieros y tecnológicos, mismos que intervienen en las actividades económicas.

En efecto, la eficiencia operativa puede ser entendida como la consecuencia de una planificación, organización y control de los procesos internos adecuados. La disponibilidad de información en la forma y tiempos adecuados pone de manifiesto las restricciones productivas,

lo cual lleva a considerar acciones orientadas a la consecución de una mejora en términos del desempeño organizacional. Para Wang et al. (2022), la eficacia operativa en empresas mineras depende de una serie de factores relacionados con la gestión técnica, la utilización de activos productivos y las capacidades administrativas para controlar los recursos empleados en los procesos extractivos. La medición de la eficiencia operativa permite identificar brechas en el uso de recursos tiempos de operación y desempeño de los procesos detecta la utilización de recursos y en la obtención de resultados, creando oportunidades para el incremento y rendimiento de la compañía.

En el uso de la terminología de la industria extractiva, la eficiencia operativa tiene una connotación distintiva, debido a que los procesos de producción implican fuertes exigencia de productos, uso de maquinaria, consumo energético, mantenimiento del equipo y planificación logística (Santamaría, 2024). De esta forma, la optimización de las actividades correspondientes a extracción, carga, transporte y procesamiento es un elemento crítico de enganche que permite asegurar la sostenibilidad económica de las operaciones mineras. En tal contexto, implantar mecanismos de monitoreo y control operacional permiten reducir la variabilidad en los procesos productivos, mejorar el desempeño del equipo y obtener mayores niveles de productividad en operaciones mineras (Castillo et al., 2025).

Desde la administración empresarial, la eficiencia operativa se establece como una herramienta estratégicamente fortalecedora de la competitividad en las organizaciones, logrando desarrollar más valor por medio de una mejor aplicación de los recursos con los que se dispone (Handoyo et al., 2023). En efecto, dentro de pequeñas empresas donde persisten limitantes financieras y tecnológicas, identificar aspectos que afectan el rendimiento de las operaciones se vuelve indispensable para guiar resoluciones gerenciales referentes al mantenimiento, asignaciones presupuestarias y planificaciones productivas.

Espinoza Buñay y Rodríguez Pillaga (2023), señalan que la calidad dentro de las organizaciones se encuentra vinculada con la capacidad de responder adecuadamente a las necesidades de los usuarios y con la gestión de los procesos desarrollados para la prestación de un servicio. Desde esta perspectiva, la calidad y la eficiencia constituyen elementos complementarios de la gestión empresarial, debido a que la adecuada organización de los procesos y el aprovechamiento de los recursos contribuyen al fortalecimiento del desempeño organizacional

Dentro de las actividades extractivas, según Contreras (2024) la eficiencia operativa se encuentra vinculada de manera directa con la capacidad para maximizar el uso de recursos disponibles en las diferentes etapas del proceso minero, donde se incluyen la extracción, carga, transporte y almacenamiento de materiales. Por ende, una adecuada coordinación de esas actividades permitirá disminuir los tiempos muertos minimizando las interrupciones operativas y optimizando el rendimiento de la maquinaria pesada, aspectos que influyen en la capacidad productiva de la organización.

Ante ello, la eficiencia operativa en minería no solo se evalúa por los volúmenes extraídos, sino por la capacidad para generar resultados con el menor consumo posible de los recursos financieros, energéticos y técnicos. De igual manera, según Borbor y López (2024) la gestión eficiente de la maquinaria es uno de los factores más importantes en la explotación de materiales petreos, de manera que la disponibilidad mecánica de los equipos, la ejecución de programas de mantenimiento preventivo, la planificación de las jornadas de trabajo y el control de consumo de combustible son elementos que ayudan a determinar el desempeño operativo de una concesión minera.

2.1.1 Medición del desempeño operativo como herramientas de gestión

La eficiencia operativa es necesaria porque se requieren mecanismos objetivos para evaluar el desempeño de los procesos empresariales y la medida de cumplimiento de los objetivos organizacionales. Por tanto, la medición del desempeño operativo es una práctica esencial de la gestión empresarial contemporánea ya que contribuye a identificar las desviaciones, los cuellos de botella y las oportunidades de mejora percibidas en los distintos procesos que dan forma a la cadena de valor. En consecuencia, los sistemas de medición del desempeño disponen de información de interés para la toma de decisiones tanto estratégicas como operativas, permitiendo a las organizaciones dar seguimiento al uso de sus recursos y a los resultados esperados (Al Majali, 2023).

Los indicadores de rendimiento desde una óptica administrativa permiten transformar datos del carácter operativo en información operativa importante para la administración. Medidas como los tiempos de operación, el grado de utilización de los equipos, el consumo de insumos, los costos generados por la producción y los volúmenes generados son variables que hacen posible la evaluación del rendimiento de los procesos. De igual manera, el uso de los indicadores clave de rendimiento (indicadores clave de rendimiento, KPI) mejoran el control de la organización,

así como la planificación de las actividades y la orientación de las actividades correctivas cuando se registran resultados por debajo de los esperados (Vera & Narváez, 2024).

En actividades de extracción, según Ávila et al. (2022) la evaluación continua del desempeño operativo asume un carácter destacado debido a la dependencia que existe entre los recursos utilizados y los resultados productivos. La información confiable permite hacer una lectura longitudinal del comportamiento operativo de las actividades, pero también permite llegar a identificar tendencias o explorar decisiones en el ámbito del incremento de la eficiencia de los procesos. Por lo tanto, la adopción e implementación de indicadores operativos se ha configurado como habitual en el campo de la gestión vinculada a la gestión de toda organización orientada a la extracción de materiales pétreos.

2.2 Productividad en los procesos de extracción de materiales pétreos

A partir de las aportaciones de Juvinao y Polo (2026), la productividad constituye uno de los indicadores principales dentro de una organización, puesto que mide la relación entre los recursos que se utilizan y los resultados que se obtienen en un período de tiempo dado. Asimismo, las empresas que se dedican a extraer materiales pétreos muestran una alta productividad cuando se puede hacer aumentar su producción permitiendo un uso eficaz de los ejemplos de los factores productivos, tales como la mano de obra, las máquinas, los materiales y el capital.

De acuerdo a la literatura científica, la productividad no únicamente debe analizarse de forma cuantitativa asociada a lo que produce en términos de volumen, sino que también nos interesa la capacidad de una organización para obtener resultados sostenibles por medio de procesos productivos eficientes (Rudy, 2021). En este sentido, los procesos de extracción de materiales pétreos están asociados esencialmente a la organización de la planificación operativa, la innovación tecnológica, la gestión del talento humano y el control sistemático de los procesos productivos internos.

En el caso particular de las actividades de minería, según Valderrama et al. (2025) la producción está íntimamente relacionada con la buena coordinación de los distintos elementos que componen la cadena operativa. Este factor se encuentra condicionado por aspectos como la disponibilidad mecánica de los equipos, los tiempos de operación, la capacidad instalada y la gestión del mantenimiento. señalan que el uso de herramientas asociadas al seguimiento

operativo permite detectar pérdidas de producción motivadas por interrupciones, ciclos de operación variables y mala eficiencia del equipo aplicado a la extracción (Felsch et al., 2022).

En este contexto, la productividad es un aspecto fundamental a la hora de realizar las decisiones gerenciales, ya que facilita de forma objetiva la obtención de datos objetivos que están vinculados directamente con la capacidad de una organización para obtener el máximo provecho de sus recursos. De este modo, en organizaciones cuya actividad está relacionada con la extracción de materiales pétreos, el estudio de los indicadores productivos permite comprobar si el volumen de producción tiene coherencia respecto a los gastos de explotación que se asumen ya la capacidad instalada (Vecino, 2023).

2.3 Relación entre eficiencia operativa y productividad en procesos extractivos

A partir de los planteamientos de Bercianos et al. (2025), el vínculo que una la productividad con la eficiencia operativa radica en que, una correcta gestión de los recursos determinará que los resultados productivos de las organizaciones mejoren. En consecuencia, si una empresa es capaz de lograr reducir los tiempos improductivos, de mejorar el uso de las máquinas, de controlar los costos y de planificar las actividades, entonces se incrementará la posibilidad de arribar a mayores niveles de producción con el mismo conjunto de recursos

Complementando los planteamientos anteriores, Felsch et al. (2022) sostienen que el control continuo de las actividades productivas contribuye a la identificación de desviaciones respecto a los objetivos establecidos y así formular acciones de mejora que ayuden a estabilizar los procesos de extracción. Desde esta perspectiva, la eficiencia operativa puede ser entendida como un factor antecedente de la productividad, tomando en cuenta que inciden de forma directa en la capacidad de una organización para transformar de manera óptima sus recursos en resultados productivos.

Efectivamente, para las empresas que se dedican a la extracción de materiales pétreos, esta relación tiene especial relevancia en función de que normalmente funcionan con recursos limitados y su funcionamiento total depende en gran medida de la correcta operativa de maquinaria pesada, por lo que el análisis de indicadores como el volumen extraído, las horas efectivas de operación, el análisis conjunto de estos indicadores permitirá establecer de manera objetiva las relación entre eficiencia operativa y productividad (Heredia, 2022).

En los procesos de extracción de materiales pétreos, según Quimi et al. (2025) la relación entre eficiencia operativa y productividad puede evidenciarse por medio de indicadores diversos de

desempeño. En este caso, variables como el rendimiento por hora de trabajo, la productividad obtenida por unidad de combustible consumido, la disponibilidad operativa de los equipos y el costo unitario de extracción ayudan a evaluar el grado de eficiencia alcanzado en las operaciones. A medida que estos indicadores mejoran, la organización aumenta la capacidad para producir mayores volúmenes de material empleando una cantidad similar o incluso menor de recursos.

Adicionalmente, el estudio de Vladyko et al. (2025) señala que la productividad minera depende en gran medida de la estabilidad de los procesos operativos. Las interrupciones no programadas, las fallas mecánicas, los tiempos improductivos y las deficiencias en la planificación generan pérdidas de capacidad productiva, elevando los costos de explotación, razón por la cual las estrategias orientadas a fortalecer la eficiencia operativa representan un mecanismo fundamental para mejorar el desempeño productivo y la sostenibilidad económica de las empresas que se dedican a extraer materiales pétreos.

2.4 Pequeña minería y extracción de materiales pétreos

La pequeña minería a partir de los aportes de Feijoo & Farez (2024), constituye un componente relevante dentro del sector extractivo, ya que colabora simultáneamente en el suministro de materias primas, las cuales se destinan fundamentalmente hacia el sector de la construcción. Sin embargo, persisten desafíos debido a que estas empresas suelen encontrarse frente a las limitaciones financieras, la limitada incorporación de tecnología y las deficiencias en la planificación operativa, por su dependencia de las disponibilidades del equipo, que condicionan en gran medida sus niveles productivos.

Bajo esta óptica, la gestión administrativa cobra importancia ya que la competitividad de la pequeña empresa extractiva no depende únicamente de la disponibilidad del recurso mineral, sino que esta se articula a la capacidad organizativa para organizar eficientemente sus propios procesos de trabajo (Wang et al., 2022). En este contexto, según Mahlauleet al. (2026) la planificación de actividades, el control de los costes, la gestión del mantenimiento y el seguimiento de los indicadores de producción son herramientas que se transforman requerimientos indispensables para mejorar el rendimiento empresarial.

A diferencia de las altas operaciones mineras, según Baretta et al. (2023) las pequeñas empresas dedicadas a la extracción de materiales pétreos normalmente se desempeñan bajo restricciones de carácter presupuestario y operativo que restringen la introducción de tecnologías mejoradas

e incluso de sistemas de gestión. Es en este sentido que la utilización de indicadores de desempeño puede ser considerada un instrumento esencial para evaluar el desempeño de los procesos productivos, detectar oportunidades de mejora y robustecer la capacidad competitiva de las organizaciones en un mercado donde la demanda de materiales para la construcción se incrementa, requiriendo optimizar de manera constante los niveles de productividad.

En consecuencia, el análisis de la eficiencia operativa en la empresa Buenos Hermanos permite generar evidencia sobre cómo los procesos internos influyen en la productividad al interior de una organización dedicada a la extracción de materiales pétreos. Efectivamente, el estudio de variables como producción obtenida, utilización de maquinaria, tiempos operativos y costos asociados permite comprender las condiciones actuales de funcionamiento y establecer oportunidades de mejora orientadas al fortalecimiento de la gestión productiva para la compañía (Jonkman, 2022).

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance

La presente investigación se llevó a cabo bajo el enfoque cuantitativo, ya que busca analizar la relación que existe entre la eficiencia operativa y la productividad recolectando y procesando datos numéricos obtenidos de los registros mensuales de producción, consumo de combustible, costos operativos, ingresos por comercialización y utilización de maquinaria de la empresa minera Buenos Hermanos. Este enfoque, según Támara (2022) permite medir de forma objetiva el comportamiento de las variables objeto de estudio y establecer relaciones estadísticas entre éstas a partir de información comprobable y cuantificable.

En cuanto a su alcance, la investigación fue de tipo descriptiva y correlacional. El alcance descriptivo permitió definir el comportamiento de los indicadores de eficiencia operativa y productividad en el tiempo de estudio, mientras que el alcance correlacional permitió definir el grado de relación estadística que existe entre ambas variables en los procesos de extracción de los materiales pétreos (Sarango et al., 2024) y permitiendo en este caso, caracterizar el comportamiento de los indicadores asociados a la eficiencia operativa y la productividad en el período de estudio, logrando identificar variaciones en la producción, en la utilización de recursos o en el desempeño operativo. A su vez, el alcance correlacional permitió indagar en qué grado se relacionan estadísticamente las variables (Ordoñez, 2025), tanto de eficiencia operativa como de productividad en los procesos de extracción de materiales pétreos.

3.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue de tipo no experimental, en la medida en que las variables no fueron manipuladas por los investigadores, sino únicamente observadas en su contexto natural y a partir de los registros históricos de la empresa (Mollo, 2023). El estudio también mantuvo un diseño longitudinal, dado que los datos analizados corresponden al período que va desde el año 2021 hasta el 2025 es decir, se tuvieron en cuenta más de un año de datos, permitiendo así analizar la evolución a lo largo del tiempo de los indicadores operativos y productivos.

3.3 Población y muestra

La población estuvo conformada por los registros mensuales de producción, consumo de combustible, costos operativos, utilización de maquinaria eh ingresos por comercialización generados por la empresa entre enero del 2021 y diciembre del 2025. Considerando las particularidades del estudio y el volumen de información que se estaba manejando, se trabajó mediante análisis documental por lo que no se aplicaron técnicas de muestreo. Además, se incluyen los registros vinculados a la producción mensual, volumen de material extraído, consumo de combustible, utilización de maquinaria, costos operativos e ingresos por comercialización. Se excluyen documentos incompletos, registros duplicados o información que no tiene relación directa con las variables a analizar en el presente estudio.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El método de recolección de datos aplicado ha sido el análisis documental, determinado por el hecho de que la información que se expone en relación con la investigación fue extraída a partir de fuentes secundarias (Corona et al., 2023). De la misma forma, se optó por utilizar como instrumento la ficha de registro de datos construida en función de las variables del estudio y adaptada con el propósito de sistematizar la información obtenida a partir del volumen de extracción, de los costos operativos, de los ingresos por comercialización, del uso de combustible y del uso de maquinaria correspondiente (Aranda et al., 2024). El uso de la ficha de registro de datos permitió organizar, clasificar y codificar la información de los informes de producción, registros operativos y documentación financiera de la empresa, cumpliendo con las condiciones de validez, trazabilidad y confianza de la información para la estadística.

3.5 Operacionalización de variables

Para la operacionalización de las variables, se consideraron indicadores de la eficiencia operativa como el rendimiento de la producción en un período, consumo de combustible con respecto al volumen extraído, utilización de la maquinaria y costos de operación. Por otra parte, la productividad fue medida a partir de indicadores asociados al volumen de producción obtenida, rendimiento productivo y generación de ingresos por unidad producida en la pequeña empresa minera Buenos Hermanos.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Fórmula	Unidad de medida	Fuente de información
Eficiencia operativa	Uso eficiente de recursos energéticos	Consumo de diésel	Σ galones de diésel consumidos en el mes	Galones	Registros mensuales de combustible
	Uso eficiente de recursos energéticos	Consumo de gasolina	Σ galones de gasolina consumidos en el mes	Galones	Registros mensuales de combustible
	Uso eficiente de recursos energéticos	Productividad energética	Volumen producido (m ³) / diésel consumido (galones)	m ³ /galón	Informes mensuales de producción y registros de combustible
	Gestión de costos	Costos operativos	Σ costos operativos registrados en el mes	USD	Registros financieros mensuales
	Gestión de costos	Costo operativo unitario	Costos operativos / volumen producido	USD/m ³	Registros financieros e informes mensuales de producción
	Producción	Volumen producido	Σ m ³ producidos en el mes	Metros cúbicos (m ³)	Informes mensuales de producción
Productividad	Producción	Variación de la producción	$((\text{Producción del mes actual} - \text{producción del mes anterior}) / \text{producción del mes anterior}) \times 100$	Porcentaje (%)	Informes mensuales de producción
	Rendimiento económico	Ingresos por comercialización	Σ ingresos obtenidos en el mes	USD	Registros financieros mensuales
	Rendimiento económico	Ingreso promedio por metro cúbico	Ingresos totales / volumen producido	USD/m ³	Registros financieros e informes mensuales de producción
	Rentabilidad operativa	Relación ingresos/costos	Ingresos totales / costos operativos	Razón	Registros financieros mensuales
	Rentabilidad operativa	Margen operativo	$((\text{Ingresos} - \text{costos operativos}) / \text{ingresos}) \times 100$	Porcentaje (%)	Registros financieros mensuales

Fuente: Elaboración propia

3.6 Procesamiento y análisis de datos

La información fue procesada a través de herramientas estadísticas que se aplicaron a los datos obtenidos. En una primera etapa, se empleó la estadística descriptiva, a partir de cual se calcula la frecuencia, el promedio, el porcentaje, la tasa de crecimiento y la medida de la tendencia central que caracterizó el comportamiento de las variables en el período. De forma posterior se aplicó la estadística inferencial, mediante el coeficiente de correlación de Spearman, para lo cual se determina la existencia de la asociación que existe entre los indicadores de la eficiencia operativa y la productividad analizado (Macías, 2024). Los resultados se muestran a través de tablas y gráficos estadísticos, favoreciendo la interpretación y el análisis.

Para finalizar, asegurando la confiabilidad de la información se trabajó exclusivamente con la documentación oficial facilitada por la empresa minera Buenos Hermanos, garantizando que existiera una correspondencia y una similitud de los datos consignados en los diferentes informes operativos y productivos que se utilizaron en esta investigación.

RESULTADOS

4.1 Eficiencia operativa

Tabla 2. Indicadores de eficiencia operativa de la empresa Buenos Hermanos (2021-2025)

Año	Mes	Combustible total consumido (gal)	Productividad energética (m ³ /gal)	Costos operativos (USD)	Costo unitario (USD/m ³)
2021	Febrero	45,6	1,754386	743	9,2875
2021	Marzo	35,6	2,48,58757	634,56	7,21090909
2021	Abril	34,6	3,23699422	274,31	2,44919643
2021	Mayo	24,26	4,286892	1.644,52	15,8126923
2021	Junio	7,41	30,2294197	4.620,60	20,6276786
2021	Julio	45,6	4,5614035	1.475,29	7,09274038
2021	Agosto	45,6	4,5916115	2.106,76	10,1286538
2021	Septiembre	N/D	0	564,02	N/D
2021	Octubre	160,3	1,49719276	1.501,00	6,25416667
2021	Noviembre	384,28	2,08181534	4.616,32	5,7704
2021	Diciembre	586,16	1,25562986	4.449,85	6,04599185
2022	Enero	808,12	0,11879424	1.741,87	18,1444792
2022	Febrero	483,45	0,64536146	2.610,42	8,36673077
2022	Marzo	794,82	0,28182482	2.448,90	10,9325893
2022	Abril	420,48	0,2283105	725,23	7,55447917
2022	Mayo	571,24	0,21707163	1.366,83	11,0228226
2022	Junio	278,38	0	719,21	N/D
2022	Julio	388,33	0,29356475	1.951,84	17,1214035

2022	Agosto	411,88	1,10711858	2.635,02	5,77855263
2022	Septiembre	494,17	0,73254143	3.577,80	9,88342541
2022	Octubre	319,55	1,02644344	3.875,88	11,8167073
2022	Noviembre	581,5	0,11006019	1.092,60	17,071875
2022	Diciembre	470,74	0,06797808	1.309,60	40,925
2023	Enero	70,28	0	109,82	N/D
2023	Febrero	390,61	0	610,34	N/D
2023	Marzo	675,24	0,18956223	1.124,68	8,79
2023	Abril	657,9	0	1.337,16	N/D
2023	Mayo	437,31	0,56710343	1.145,75	4,61
2023	Junio	367,55	0,32648619	720,15	6
2023	Julio	193,96	0,61868426	1.024,64	8,53
2023	Agosto	393,13	0,56978608	2.200,14	9,82
2023	Septiembre	458	0	813,88	N/D
2023	Octubre	300,57	0,39924144	549,64	4,58
2023	Noviembre	251,47	0	415,25	N/D
2023	Diciembre	N/D	N/D	N/D	N/D
2024	Enero	285,7	0,5880294	590,42	3,51
2024	Febrero	307,51	0,52030828	542,11	3,39
2024	Marzo	476,4	0,09235936	2.674,67	60,79
2024	Abril	228,82	0,17480989	396,03	9,9
2024	Mayo	257,03	0,2178734	356,53	6,37
2024	Junio	493,72	0,09556024	941,68	19,96
2024	Julio	556,47	0,11501069	1.189,03	18,58
2024	Agosto	393,13	0	0	N/D
2024	Septiembre	458	0	417,41	N/D
2024	Octubre	300,57	0,47316765	950,19	6,68
2024	Noviembre	438,2	0,34687357	1.665,57	10,96
2024	Diciembre	228,7	0,41976388	357,38	3,72
2025	Enero	425,42	0	815,53	N/D
2025	Febrero	315,64	0,38017995	974,3	8,13
2025	Marzo	382,44	0,2928564	830,39	2,68
2025	Abril	374,54	0,70486463	777,03	2,94
2025	Mayo	N/D	N/D	N/D	N/D
2025	Junio	442,86	0,28903039	1.192,92	9,28
2025	Julio	N/D	N/D	718,67	N/D
2025	Agosto	375,12	1,06632544	1.791,50	4,49
2025	Septiembre	300,29	2,18455493	1.942,98	2,96
2025	Octubre	361,58	0,52823718	882,61	4,62
2025	Noviembre	191,44	0,20894275	460,89	11,53
2025	Diciembre	1.228,43	0,02849165	N/D	N/D

Los indicadores de eficiencia operativa demostraron variaciones en el período 2021-2025, evidenciando importantes diferencias en el consumo del combustible, los costos y el aprovechamiento de los recursos en algunos de los meses analizados. En la variable del

combustible total, los mayores volúmenes se dieron en diciembre de 2025 (1.228,43 gal), enero de 2022 (808,12 gal) y marzo de 2022 (794,82 gal), pero los valores de algunos meses se registraron como N/D, que corresponden a la falta de información suficiente del consumo mensual. En cuanto a la productividad energética, el mejor resultado se dio en junio de 2021 (30,23 m³ / gal), un valor muy superior a las demás mediciones de productividad, seguido por mayo (4,29 m³ / gal) y abril del mismo año (3,24 m³ / gal), mientras que en varias de las mediciones de los años 2022, 2023, 2024 y de los meses de 2025 se presentó productividad igual o cercana a cero, lo que significa que en determinadas épocas el consumo del combustible no se convertía en productividad o existieron paradas operativas.

Desde el punto de vista económico también presenta una elevada dispersión de gastos mensuales. Los mayores desembolsos corresponden a los meses de junio de 2021 (USD 4.620.60), noviembre de 2021 (USD 4.616.32) y octubre de 2022 (USD 3.875.88), mientras que otros períodos registran mínimos gastos, e incluso nulos, por la paralización temporal de las operaciones. Al mismo tiempo, el costo unitario también refleja diferencias importantes, con su máximo valor en marzo de 2024, que se sitúa en USD 60.79 por m³, seguido de diciembre de 2022, donde alcanza los USD 40.93 por m³, lo que demuestra un nivel de eficiencia escaso dado que se requieren más recursos económicos para producir una unidad de materia. El mínimo costo unitario corresponde, por el contrario, a los meses de abril de 2021 (USD 2.45 por m³), seguido de marzo de 2025 (USD 2.68 por m³), abril de 2025 (USD 2.94 por m³) y septiembre de 2025 (USD 2.96 por m³), resultados que evidencian un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

4.2 Productividad

Tabla 3. Indicadores de productividad de la empresa Buenos Hermanos (2021-2025)

Año	Mes	Volumen producido (m ³)	Índice de utilización de la capacidad productiva (%)	Variación (%)	Ingresos (USD)	Ingreso por m ³ (USD/m ³)	Relación ingresos/costos	Margen operativo (%)
2021	Febrero	80	10	N/D	800	10	1,07671602	7,125
2021	Marzo	88	11	10	883,96	10,045	1,39302824	28,2139463
2021	Abril	112	14	27,27	910,68	8,13107143	3,31989355	69,8785523
2021	Mayo	104	13	-7,14	830,36	7,98423077	0,50492545	-98,049039
2021	Junio	224	28	115,38	1.785,72	7,97196429	0,38646929	-
2021	Julio	208	26	-7,14	1.661,52	7,98807692	1,12623281	158,752772
								11,2084116

2021	Agosto	208	26	N/D	1.661,52	7,98807692	0,78866126	-
								26,7971496
2021	Septiembre	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2021	Octubre	240	30	N/D	1.767,84	7,366	1,17777482	15,0941262
2021	Noviembre	800	100	233,33	5.357,00	6,69625	1,16044815	13,8263954
2021	Diciembre	736	92	-8	4.892,72	6,64771739	1,0995247	9,05161137
2022	Enero	96	12	N/D	964,32	10,045	0,55361192	-
								80,6319479
2022	Febrero	312	39	225	2.741,12	8,78564103	1,05006857	4,76812398
2022	Marzo	224	28	-28,21	1.785,72	7,97196429	0,7291927	-
								37,1379612
2022	Abril	96	12	-57,14	964,32	10,045	1,32967472	24,793637
2022	Mayo	124	15,5	29,17	906,24	7,3083871	0,6630232	-50,824285
2022	Junio	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2022	Julio	114	14,25	N/D	1.146,72	10,0589474	0,58750717	-
								70,2106879
2022	Agosto	456	57	300	3.598,74	7,89197368	1,36573536	26,7793728
2022	Septiembre	362	45,25	-20,61	2.991,02	8,26248619	0,83599419	-
								19,6180567
2022	Octubre	328	41	-9,39	2.057,52	6,27292683	0,53085235	-
								88,3762977
2022	Noviembre	64	8	-80,49	642,84	10,044375	0,58835805	-
								69,9645324
2022	Diciembre	32	4	-50	428,56	13,3925	0,32724496	-
								205,581482
2023	Enero	0	0	N/D	0	N/D	0	N/D
2023	Febrero	0	0	N/D	0	N/D	0	N/D
2023	Marzo	128	16	N/D	1.000,00	7,8125	0,8891418	-12,468
2023	Abril	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2023	Mayo	248	31	N/D	1.955,36	7,88451613	1,70662012	41,4046518
2023	Junio	120	15	-51,61	955,36	7,96133333	1,32661251	24,6200385
2023	Julio	120	15	N/D	919,64	7,66366667	0,89752498	-
								11,4175112
2023	Agosto	224	28	86,67	1.750,00	7,8125	0,79540393	-
								25,7222857
2023	Septiembre	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2023	Octubre	120	15	N/D	1.026,80	8,55666667	1,86813187	46,4705882
2023	Noviembre	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2023	Diciembre	0	0	N/D	0	N/D	0	N/D
2024	Enero	168	21	N/D	1.330,36	7,91880952	2,25324345	55,6195316
2024	Febrero	160	20	-4,76	1.250,00	7,8125	2,30580509	56,6312
2024	Marzo	44	5,5	-72,5	441,98	10,045	0,16524655	-
								505,156342
2024	Abril	40	5	-9,09	401,8	10,045	1,0145696	1,43603783
2024	Mayo	56	7	40	434	7,75	1,21728887	17,8502304
2024	Junio	47,18	5,8975	-15,75	474,12	10,0491734	0,50348314	-98,616384
2024	Julio	64	8	35,65	500	7,8125	0,42051084	-137,806
2024	Agosto	0	0	-100	0	N/D	0	N/D
2024	Septiembre	0	0	N/D	0	N/D	0	N/D
2024	Octubre	142,22	17,7775	N/D	1.428,57	10,0447898	1,5034572	33,4866335
2024	Noviembre	152	19	6,88	1.520,36	10,0023684	0,91281663	-
								9,55102739

2024	Diciembre	96	12	-36,84	960	10	2,68621635	62,7729167
2025	Enero	0	0	N/D	0	N/D	0	N/D
2025	Febrero	120	15	N/D	952,48	7,93733333	0,97760443	-
								2,29086175
2025	Marzo	112	14	-6,67	1.160,00	10,3571429	1,39693397	28,4146552
2025	Abril	264	33	135,71	1.897,44	7,18727273	2,44191344	59,0485075
2025	Mayo	0	0	-100	N/D	N/D	N/D	N/D
2025	Junio	128	16	N/D	961,76	7,51375	0,80622338	-
								24,0351023
2025	Julio	0	0	-100	0	N/D	N/D	N/D
2025	Agosto	400	50	N/D	3.272,72	8,1818	1,82680435	45,2596006
2025	Septiembre	656	82	64	4.909,20	7,48353659	2,52663435	60,4216573
2025	Octubre	191	23,875	-70,88	2.736,05	14,3248691	3,09995355	67,7414521
2025	Noviembre	40	5	-79,06	470	11,75	1,0197661	1,93829787
2025	Diciembre	35	4,375	-12,5	1.170,69	33,4482857	N/D	N/D

Los índices de productividad muestran un alto grado de variación en el periodo 2021-2025, con unos meses en los que se alcanzan índices muy elevados de productividad y otros con índices parciales e incluso nulos. El máximo de producción se dio en noviembre de 2021 con 800 m³, le siguen diciembre de 2021 (736 m³) y en tercer lugar septiembre de 2025 con 656 m³, periodos que corresponden a la alta operatividad de la empresa. Por el contrario, algunos meses tuvieron producción cero, como junio de 2022, enero, febrero, abril, septiembre, noviembre y diciembre de 2023, agosto y septiembre de 2024, así como enero, mayo y julio de 2025; periodos en los que la actividad extractiva no estuvo vigente. Además, el índice de utilización de la capacidad productiva llegó a tener su máximo en noviembre de 2021 (100 %), después diciembre de 2021 (92 %) y luego septiembre de 2025 (82 %), lo que muestra que en estos meses la empresa hizo un uso más intensivo de su capacidad productiva instalada. Otro de los índices que muestra el contraste es el de crecimiento mensual: el máximo fue del 300 % en agosto de 2022, 233,33 % en noviembre de 2021 y 135,71 % en abril de 2025, y a su vez, otros meses tienen variaciones de -100 %, que visibilizan que la producción fue completamente cero con respecto al mes anterior.

El comportamiento de los ingresos reflejó las variaciones del volumen de producción. El ingreso más elevado del mes se registró en el mes de noviembre de 2021, con USD 5.357,00, siendo el segundo en mayor cuantía de ingreso, presentado en el mes de septiembre de 2025, con USD 4.909,20, y el tercero el mes de diciembre de 2021, con USD 4.892,72, con lo que se reitera que el crecimiento en el volumen producido va relacionado con el incremento en la creación de recursos económicos. En la misma línea de análisis, el ingreso por metro cúbico tuvo su máxima cuantía en diciembre de 2025, de USD 33,45 por m³ que al mismo tiempo fue

el resultado de la baja estacionalidad del volumen de la producción, por lo que en la gran parte del período los valores estuvieron entre 7 y 10 USD por m³, mostrando una estabilidad relativa del precio promedio de comercialización.

Tabla 4. Distribución de normalidad de los datos

Variables	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Combustible total consumido (gal)	0,110	59	0,074	0,922	59	0,001
Productividad energética (m ³ /gal)	0,400	59	0,000	0,220	59	0,000
Costos operativos (USD)	0,168	59	0,000	0,844	59	0,000
Costo unitario (USD/m ³)	0,207	59	0,000	0,688	59	0,000
Volumen producido (m ³)	0,196	59	0,000	0,770	59	0,000
Índice de utilización de la capacidad productiva (%)	0,196	59	0,000	0,770	59	0,000
Ingresos (USD)	0,163	59	0,000	0,828	59	0,000
Ingreso por m ³ (USD/m ³)	0,223	59	0,000	0,738	59	0,000
Margen operativo (%)	0,244	59	0,000	0,652	59	0,000
a. Corrección de la significación de Lilliefors						
*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de la significación de Lilliefors						

Los resultados de las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk que se presentan a continuación demuestran que las variables objeto de estudio no se ajustan a una distribución normal. En el caso del combustible total consumido, se registra una significancia de 0,074, mientras que la prueba de Shapiro-Wilk muestra claramente un 0,001; el resto de las variables, por otra parte, tienen significancias inferiores a 0,05, como son la productividad energética, los costes operativos, el coste unitario, el volumen producido, el índice de utilización de la capacidad productiva, el ingreso por metro cúbico, la relación ingresos/costes y el margen operativo. Por ende, indican que los datos presentan un comportamiento heterogéneo, propio de las variaciones que tienen lugar mes a mes en el ámbito de la actividad minera. De esta condición se sigue, por lo tanto, se debe recurrir a la aplicación del coeficiente de correlación de Spearman al ser esta prueba no paramétrica, adaptándose a la naturaleza de los indicadores de eficiencia operativa y productividad.

Tabla 5. Correlación de Spearman entre eficiencia operativa y productividad

Indicador de eficiencia operativa	Volumen producido (ρ)	Ingresos (ρ)	Margen operativo (ρ)
Combustible total consumido	0,118	0,170	-0,324*
Productividad energética	0,814**	0,781**	0,258*
Costos operativos	0,690**	0,648**	-0,371**
Costo unitario	0,360**	0,308*	-0,555**

Nota. ρ = coeficiente de correlación de Spearman; *p < 0,05; **p < 0,01. Elaboración propia a partir de los registros operativos de la empresa Buenos Hermanos (2021-2025)

Los resultados de la correlación de Spearman demuestran que la eficiencia operativa expone una relación relevante con los índices de la productividad de la empresa. El total de combustible consumido no se correlacionó de forma estadísticamente significativa con las cantidades producidas ($\rho = 0,118$; $p > 0,05$) ni con los ingresos ($\rho = 0,170$; $p > 0,05$), pero mostró una correlación negativa débil y significativa con el margen operativo ($\rho = -0,324$; $p < 0,05$), lo que significa que una mayor cantidad de combustible consumido no necesariamente se relaciona con un mayor desempeño económico. La productividad energética mostró una correlación positiva fuerte con el volumen producido ($\rho = 0,814$; $p < 0,01$) y con los ingresos ($\rho = 0,781$; $p < 0,01$), lo que indica que el mejor aprovechamiento del combustible asegura mayores niveles de producción y de generación de ingresos. La relación positiva con el margen operativo ($\rho = 0,258$; $p < 0,05$), aunque de menor intensidad, demuestra que un aumento en la eficiencia energética puede contribuir aún también al incremento de la rentabilidad de las operaciones.

Por su parte, los costos de operación se relacionaron positivamente con el volumen producido ($\rho = 0,690$; $p < 0,01$) y los ingresos ($\rho = 0,648$; $p < 0,01$), lo que significa que la mayor actividad extractiva conlleva una mayor utilización de recursos económicos, así como también una mayor capacidad para generar ingresos. El costo unitario, en tanto, mostró una correlación negativa moderadamente fuerte con el margen operativo ($\rho = -0,555$; $p < 0,01$), lo que implica que los costos por metro cúbico producido están relacionados con la reducción de la rentabilidad. A partir de esta revisión, se concluye que el desempeño económico de la empresa no depende solamente de incrementar la producción, sino que también depende de la capacidad de gestión para optimizar el uso de los recursos y el control del costo de operación.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados muestran que la eficiencia operativa fue variable durante el año 2021 a 2025 con altibajos en el consumo de combustible y líneas de bajo aprovechamiento de la energía y costos unitarios altos; de manera que, durante algunos meses del 2025 se observaron mejoras en el aprovechamiento de los recursos que muestran una recuperación gradual de la eficiencia operativa. Estos resultados coinciden con lo que manifiestan Arroyo et al. (2025), quienes indican que la eficiencia se explica en función del correcto uso de recursos y de la reducción de desperdicios y costes innecesarios. Por ello, el control de los insumos es fundamental para que la eficiencia operativa se vea favorecida y que el gasto que se realice no se convierta en falta de resultados productivos.

La productividad registró una notable variabilidad a lo largo del periodo analizado, alternando meses con elevados niveles de producción y generación de ingresos con otros meses que no registran operaciones. No obstante, en el año 2025 se obtuvo una recuperación más consistente de la actividad productiva y de los resultados económicos. Este hecho tiene relación con lo que plantean Juvinao y Polo (2026), quienes señalan que la producción expresa la relación de los recursos utilizados y de los resultados obtenidos a lo largo de un periodo. En este sentido, el crecimiento productivo no solo depende del volumen extraído, sino de la capacidad de la empresa en convertir la producción en ingresos suficientes y resultados concretos que puedan ser sostenidos en el tiempo.

La productividad energética presentó una correlación positiva significativa con el volumen producido y la recaudación, mientras que el costo unitario se relacionó de forma negativa con el margen operacional. Estos resultados son coherentes con lo que afirman Quimi et al. (2025), quienes explican que el rendimiento por unidad de combustible y el costo de extracción permiten abordarse conjuntamente cuando se evalúa la eficiencia y la productividad minera, evidenciando que el desempeño económico puede ser fortalecido mediante una gestión que maximice la productividad energética y que, a su vez, minimice el costo generado por cada metro cúbico extraído.

Los resultados exponen períodos de menor estabilidad operativa, reducción en la producción y mayores dificultades para cubrir los costos, situación que parece revertirse en el año 2025. Lo cual coincide con lo señalado por Vladyko et al. (2025), al establecer que las interrupciones, fallas mecánicas y deficiencia de la planificación disminuyen la capacidad productiva y aumentan los costos de explotación o producción. Por lo tanto, la estabilidad de las operaciones es una condición necesaria para sostener la productividad y evitar que las restricciones técnicas y organizativas generen grandes cargas en los costos de producción.

CONCLUSIÓN

El análisis de la eficiencia operativa identificada en la empresa Buenos Hermanos entre los años 2021 y 2025 revelan fluctuaciones muy marcadas en cómo se llevan a cabo los procesos extractivos. Entre los años 2022 y 2024 se aprecia una baja en la productividad energética y un incremento del costo unitario, lo cual visibiliza un menor uso de los recursos disponibles. No obstante, en varios meses de 2025 se registró una recuperación operativa en la que la

productividad energética se incrementó y el coste unitario por metro cúbico producido bajó, lo que pone de manifiesto un mejor aprovechamiento de los recursos financieros y energéticos.

Los resultados revelaron la existencia de una relación significativa entre la eficiencia operativa de la empresa con la productividad de la misma. La correlación de Spearman evidenció asociaciones positivas entre la productividad energética, el volumen producido con los ingresos y el carácter negativo que presentaba el costo unitario con el margen operativo. Asimismo, las mejoras observadas en varios meses de 2025 estuvieron acompañadas por mayores niveles de producción, incremento de los ingresos y márgenes operativos positivos.

Finalmente, se sugiere que para futuros trabajos de investigación se amplíen los periodos de análisis y se incorporen las variables complementarias de disponibilidad mecánica, tiempos de inactividad, mantenimiento de equipos, utilización de maquinaria y rendimiento del talento humano. Adicionalmente, se recomienda ampliar el estudio a más empresas de pequeña minería para efectuar comparaciones sectoriales que puedan respaldar la evidencia empírica que sostiene la relación entre eficiencia operativa y productividad, incorporando en ello el desarrollo de alternativas de gestión más eficaces en lo que respecta al sector extractivo.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Al Majali, F. O. (2023). A conceptual framework for operational performance measurement in wholesale organisations. *International journal of productivity and performance management*, 72(6), 1627-1645. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2021-0174>
- Aranda, M. M., Cuevas, M. D., & Vera, A. D. (2024). Análisis documental, un proceso de apropiación del conocimiento. *Revista Digital Universitaria*, 25(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2024.25.6.1>
- Arroyo, M. L., Erazo, J. C., & Zapata, P. E. (2025). Optimización de la eficiencia operativa en la industria del calzado mediante monitoreo continuo. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 8(2), 33-44. <https://doi.org/https://doi.org/10.62452/09xyw841>
- Ávila, C. A., Rojas, Y. L., & Cruz, H. W. (2022). Medición del desempeño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: revisión sistemática de literatura. *Revista CEA*, 8(18). <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638172707005>
- Baretta, A., Prudencio, J. A., Boltan, J. D., & Mallki, J. L. (2023). Efectos de la minería en el desarrollo económico y la reducción de la pobreza, en la Región de Cajamarca. *Revista Cuadernos de Trabajo*(21), 96-142. <https://doi.org/https://doi.org/10.58211/cdt.vi21.31>
- Bercianos, A. R., Álvarez, A. E., & Toyos, J. M. (2025). The Losacio Stone: Uses and Exploitation of a Historical Resource (Zamora, NW Spain). *Geoheritage*, 17(4), 1-17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12371-025-01200-7>
- Borbor, A. A., & López, V. J. (2024). Estrategias de control de inventario de suministros para la mejora de la rentabilidad de una compañía agrícola-minera. *Revista InveCom*, 4(2), 37-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.10841323>
- Castillo, N. D., Moncayo, I. R., & Guamán, L. B. (2025). El control interno en la gestión empresarial. *Polo del Conocimiento*, 10(1), 1363-1377. <https://doi.org/https://doi.org/10.23857/pc.v10i1.8757>
- Contreras, M. C. (2024). *Propuesta de indicadores de gestión para mejorar el nivel de eficiencia del Área de Operaciones en paradas de planta en una empresa contratista minera de Arequipa.*

<https://doi.org/https://repositorio.continental.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/07fa2e25-f527-473c-aacc-ea941014b937/content>

Corona, J. I., Almón, G. E., & Garza, D. B. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai*, 19(1), 67-83. <https://doi.org/doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm>

Espinoza Buñay, J. M., & Rodríguez Pillaga, R. T. (2023). Modelo calidad, servicio, y satisfacción a partir de la percepción cliente dentro de las entidades financieras. *Revista Ñeque*, 6(14), 84–103.

<https://doi.org/10.33996/revistaneque.v6i14.109>

Feijoo, C. E., & Farez, A. J. (2024). *Planificación minera para la extracción de materiales pétreos aluviales en la concesión Playa Brisas del Upano, cantón Morona–provincia de Morona Santiago*. Universidad del Azuay. <https://doi.org/http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/14238>

Felsch, W. S., Ortiz, C. A., & Rodovalho, E. C. (2022). An innovative cyber-physical system aimed at increasing productivity in the mining industry. *Mining Technology*, 131(4), 228-238. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/25726668.2022.2086357>

Handoyo, S., Ghani, E. K., Soedarsono, S., & Suharman, H. (2023). A business strategy, operational efficiency, ownership structure, and manufacturing performance: The moderating role of market uncertainty and competition intensity and its implication on open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100039. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100039>

Heredia, C. E. (2022). La territorialización de los procesos extractivos más allá de la dicotomía rural-urbano: acumulación, territorios y conflictos en torno al Proyecto Mega. *Quid* 16(17), Quid 16. https://doi.org/https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2250-40602022000100233&lng=es&tlng=es

Ibujés, J., & Franco, C. A. (2023). Relationship between productivity and efficiency with sustainable development goals: The case of the manufacturing industry in Pichincha, Ecuador. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 35, 34-56. <https://doi.org/https://doi:10.46661/revmetodoscuanteconempresa.5475>

- Jácome, P. J., Enríquez, C., & Caicedo, A. F. (2023). Evaluación del sector minero y su incidencia en el PIB del Ecuador, periodo 2019-2021. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(2), 354-366. <https://doi.org/https://doi.org/10.33386/593dp.2023.2.1792>
- Jonkman, J. (2022). Extracting empirically: A ground's-eye view of small-scale mining in Colombia. *Anthropological Quarterly*, 95(3), 649-680. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1353/anq.2022.0035>
- Juvinao, D. L., & Polo, L. E. (2026). Productividad en las empresas mineras calcáreas de La Guajira, Colombia. *Prospectiva*, 24(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.15665/rp.v24i1.3759>
- Macías, W. O. (2024). Herramientas estadísticas avanzadas para el análisis de datos en investigaciones cuantitativas: Una revisión sistemática. *Ciencia y Educación*, 5(12), 71-89. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14579231>
- Mahlaule, N. A., Sengani, F., & Rapholo, M. (2026). Sustainable small-scale mining through geological and resource estimation: a holistic, society-centred approach. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 13(1), 9505-9530. <https://doi.org/https://doi.org/10.15243/jdmlm.2026.131.9505>
- Mollo, C. E. (2023). Diseños de investigación cualitativa y cuantitativa. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 77(4), 1865-1879. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7016
- Ordoñez, A. F. (2025). Metodología de la Investigación Metodología académica con aplicación a las investigaciones sociales: enfoques, tipos, métodos y diseños. *Sociedad & Tecnología*, 8(2), 335-357. <https://doi.org/https://doi.org/10.51247/st.v8i2.484>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). *Due Diligence for Responsible Sand and Silicate Supply Chains*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/due-diligence-for-responsible-sand-and-silicate-supply-chains_7be0093e-en.html
- Otto, T. J., & Lindeque, G. C. (2021). Improving productivity at an open-pit mine through enhanced short-term mine planning. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 121(11). <https://doi.org/https://doi.org/10.17159/2411-9717/1710/2021>

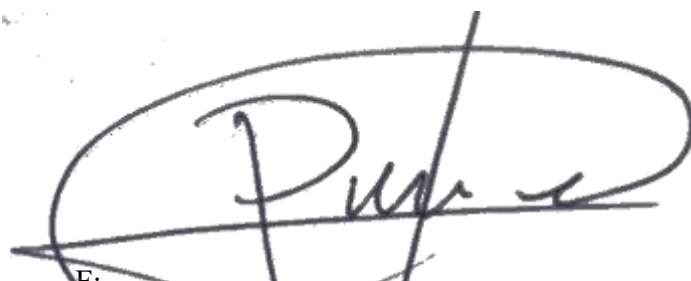
- Quimi, W. P., Arzube, E. P., & Quimi, D. I. (2025). Factores de eficiencia operativa y productividad en la rentabilidad de las PYMES ecuatorianas en el periodo 2024. *Revista Científica Arbitrada de Investigación en Comunicación, Marketing y Empresa REICOMUNICAR*, 8(16), 465-497.
<https://doi.org/https://doi.org/10.46296/rc.v8i16.0397>
- Rudy, R. (2021). *Influence of IT on Productivity in Mining Industry (Case Study: Rio Tinto)*. International Conference of Economics, Business and Entrepreneurship.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4108/eai.1-10-2020.2305002>
- Santamaría, Y. G. (2024). *Diseño de un sistema de gestión de calidad para el proceso productivo de una empresa minera*.
<https://doi.org/http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29154>
- Sarango, A. H., Pallmay, E. R., & Sarzosa, J. P. (2024). Tipos y clasificación de las investigaciones. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(2), 39. <https://doi.org/https://doi.org/10.56712/latam.v5i2.1927>
- Támara, V. G. (2022). Enfoque cuantitativo: taxonomía desde el nivel de profundidad de la búsqueda del conocimiento. *Llalliq*, 2(1), 13.
<https://doi.org/https://doi.org/10.32911/llalliq.2022.v2.n1.936>
- Valderrama, N. F., Rodríguez, J. A., & Gámez, I. R. (2025). *Impacto de los costos en la explotación y transformación de agregados pétreos generados por la empresa CONEXPE SA*.
<https://doi.org/https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/cc8b42ad-6b25-4c14-84ec-b0026861c65c/content>
- Vecino, D. F. (2023). *Control y Registro de Volúmenes de Materiales Pétreos Usados en la Obra vía Yuma*.
<https://doi.org/https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/263738fc-1572-4495-a04c-d244f3a46e09/content>
- Vera, H. I., & Narváez, Z. X. (2024). Medición del desempeño y auditoría de gestión: herramientas para mejorar eficiencia operativa de las empresas. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 4, 156-165.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial.120>

- Vladyko, O., Maltsev, D., & Gliwiński, L. (2025). Enhancing mining enterprise energy resource extraction efficiency through technology synthesis and performance indicator development. *Energies*, 18(7), 1641.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en18071641>
- Wang, C., Cao, X., & Zhou, J. (2022). Study on the operating efficiency and influencing factors of listed companies in China's nonferrous metal mining and beneficiation industry based on DEA-Tobit model. *China Mining Magazine*, 31(1), 41-50.
<https://doi.org/https://doi.org/10.12075/j.issn.1004-4051.2022.01.002>

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL**

Juan Pablo Caguana Balvoa portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0151020013**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **Análisis de la eficiencia operativa en los procesos de extracción de materiales pétreos y su relación con la productividad: Estudio de caso en la empresa Buenos Hermanos, Cantón El Tambo**, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cañar, **8 de septiembre de 2026**



F:
Juan Pablo Caguana Balvoa
C. 015102001-3

26