



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE ECONOMÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA GERENCIAL

**Determinantes del desempeño empresarial sostenible de las empresas
mineras peruanas**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Economía Gerencial

AUTOR

Inga Alvarez, Gabriel Rolando (0000-0002-6372-823X)

ASESOR

Castro Herrera, Soraya Beatriz (0000-0002-4468-9300)

Lima, 10 de diciembre de 2022

DEDICATORIA

A mi familia, por confiar siempre en mis capacidades y no dudar de ellas.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud hacia la Facultad de Economía de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, especialmente a los docentes, por haberme brindado conocimientos sólidos en mi formación universitaria a lo largo de los años de estudio.

De igual manera, agradezco de manera especial a la profesora Soraya Beatriz Castro Herrera, quien mediante su experiencia y diversidad de conocimientos me permitió desarrollar el presente trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco a cada uno de mis compañeros por cada experiencia de aprendizaje lo cual me permitió adquirir nuevos conocimientos.

RESUMEN

Actualmente, el desarrollo sostenible juega un rol relevante en la economía mundial porque apuesta por el progreso social y el equilibrio del medio ambiente. Uno de los sectores económicos más involucrados con el cumplimiento de los ODS, para alcanzar el desarrollo sostenible, es el sector minero. Donde para evaluar el cumplimiento de los ODS se realiza un enfoque Meta-frontera que expone a la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos como motor de las empresas para alcanzar el desarrollo sostenible. Para demostrar dicho cumplimiento se va analizó a las empresas mineras peruanas con mayor presencia bursátil entre los años 2002 – 2018 con frecuencia trimestral, formando un panel de datos. Asimismo, mediante un contraste entre los modelos Pooled (OLS), Efectos fijos (FE) y Efectos aleatorios (RE), donde se concluye seleccionando el modelo de RE en base a la prueba de Hausman y, de manera complementaria, la prueba LM de Breusch-Pagan. Se determina que la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales guardan una relación directa y significativa frente a el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial. Por tanto, las empresas mineras peruanas se desenvuelven en un contexto de desarrollo sostenible.

Palabras clave: [Desarrollo sostenible; ODS; Meta-frontera; Sector Minería; Tecnología; Eficiencia Gerencial; Activos; Producción; Panel de Datos; Pooled; Efectos Fijos; Efectos Aleatorios]

Determinants of sustainable business performance of Peruvian mining companies

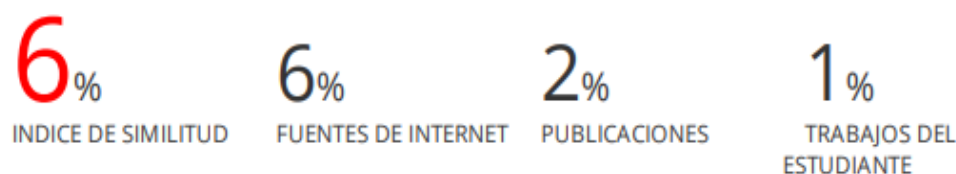
ABSTRACT

Currently, sustainable development plays a relevant role in the world economy because it is committed to social progress and environmental balance. One of the economic sectors most involved with the fulfillment of the SDG, to achieve sustainable development, is the mining sector. Where to evaluate the fulfillment of the SDG, a Meta-frontier approach is carried out that exposes technology, managerial efficiency, production and assets as an engine of companies to achieve sustainable development. To demonstrate this compliance, the Peruvian mining companies with the largest stock market presence between the years 2002 – 2018 were analyzed on a quarterly basis, forming a data panel. Likewise, by means of a contrast between the Pooled models (OLS), Fixed Effects (FE) and Random effects (RE), where it is concluded by selecting the RE model based on the Hausman test and, in a complementary way, the Breusch-Pagan LM test. It is determined that technology, managerial efficiency, production and total assets have a direct and significant relationship with the Business Sustainability Efficiency Index. Therefore, Peruvian mining companies operate in a context of sustainable development.

Keywords: [Sustainable development; SDG; Meta-frontier; Mining Sector; Technology; Managerial Efficiency; Assets; Production; Data panel; Pooled; Fixed Effects; Random Effects]

N°880_Determinantes del Desempeño Empresarial Sostenible de las Empresas Mineras Peruanas

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	dokumen.pub Fuente de Internet	1%
3	bolsilloslentos.pe Fuente de Internet	<1%
4	Contreras Corral, Arturo. "Ensayos sobre productividad, precios y apertura economica en Mexico", El Colegio de Mexico, 2022 Publicación	<1%
5	Rodriguez Caceres, Maria Francisca. "Desigualdad del ingreso en latinoamerica: El efecto de la abundancia de los tipos de recursos naturales", Pontificia Universidad Catolica de Chile (Chile), 2021 Publicación	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%

7	www.caim2012.frba.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
8	arkwebs2.com Fuente de Internet	<1 %
9	Del Rosario Gutierrez, Carolina Azucena. "La tasa de interes del credito de consumo en el Peru: Determinantes microeconomicos y macroeconomicos por tipo de institucion financiera en el periodo 2010-2018", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021 Publicación	<1 %
10	digibug.ugr.es Fuente de Internet	<1 %
11	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
12	Patiño Pascumal, Lourdes Isabel, Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia Aplicada. "Estructura productiva, eficiencia energética y emisiones de CO2 en Colombia /", 2016 Fuente de Internet	<1 %
13	"Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2022", Springer Science and Business Media LLC, 2022 Publicación	<1 %

14 datos.bancomundial.org <1 %
Fuente de Internet

15 s3.amazonaws.com <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas Apagado

Excluir bibliografía Activo

Exclude assignment Apagado

template

Excluir coincidencias < 20 words

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO	3
2.1	ESTUDIOS PREVIOS	3
2.1.1	DESARROLLO SOSTENIBLE	3
2.1.2	TECNOLOGÍA	4
2.1.3	EFICIENCIA GERENCIAL	6
2.1.4	PRODUCCIÓN	7
2.1.5	ACTIVOS	8
2.2	MODELO TEÓRICO	9
3	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	13
3.1	DATOS Y VARIABLES	13
3.2	HECHOS ESTILIZADOS	15
3.2.1	OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	15
3.2.2	EVOLUCIÓN DE LA PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO	20
3.2.3	EVOLUCIÓN DEL ROA	20
3.2.4	EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS	21
3.2.5	EVOLUCIÓN DE LOS ACTIVOS TOTALES	22
3.3	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	23
4	RESULTADOS	27
4.1	MODELO POOLED (OLS)	27
4.2	MODELO DE EFECTOS FIJOS	28
4.3	MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS	30
4.4	SELECCIÓN DE MODELO Y ANÁLISIS DE ROBUSTES	31
5	CONCLUSIONES	34
6	REFERENCIAS	37
7	ANEXOS	45

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1:</i> Empresas mineras con mayor presencia bursátil en la Bolsa de Valores de Lima.	13
<i>Tabla 2:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).	28
<i>Tabla 3:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).	29
<i>Tabla 4:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).	30
<i>Tabla 5:</i> Lista de variables, descripción y fuente.	45
<i>Tabla 6:</i> Estadísticas descriptivas.....	46
<i>Tabla 7:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).	47
<i>Tabla 8:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).	48
<i>Tabla 9:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).	49
<i>Tabla 10:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).	50
<i>Tabla 11:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).	51
<i>Tabla 12:</i> Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).	52
<i>Tabla 13:</i> Test de Hausman (Considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta)...	52

<i>Tabla 14:</i> Test de Hausman (Considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos).....	53
<i>Tabla 15:</i> Test LM de Breusch-Pagan (Considerando un modelo con un ROA determinado bajo la utilidad neta).	53
<i>Tabla 16:</i> Test LM de Breusch-Pagan (Considerando un modelo con un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos).....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Evolución del crecimiento porcentual del PIB de Perú.....	17
<i>Figura 2:</i> Evolución de las remuneraciones en el sector minero.....	17
<i>Figura 3:</i> Evolución de las emisiones de CO2 (kg por Paridad de Poder Adquisitivo del PIB).	19
<i>Figura 4:</i> Evolución de las rentas mineras peruanas como porcentaje del PIB.	19
<i>Figura 5:</i> Evolución de la propiedad, planta y equipo neto en el sector minero peruano...	20
<i>Figura 6:</i> Evolución del ROA (Return on Assets) del sector minero.	21
<i>Figura 7:</i> Evolución de los ingresos del sector minero peruano.	22
<i>Figura 8:</i> Evolución de los activos totales del sector minero peruano.....	23

1 INTRODUCCIÓN

Desde el nacimiento de la industrialización se ha generado importantes oportunidades para el desarrollo y crecimiento económico. Donde, sin duda, uno de los sectores económicos derivado de este proceso es la industria extractiva, particularmente la minería (Singh et al., 2020).

En los últimos años, y no solo en el sector minero, se viene luchando para adaptar un modelo amigable con el medio ambiente; es decir, actualmente ya no resulta satisfactorio solo captar beneficios económicos como resultado de un proceso comercial, sino también se busca obtener resultados positivos en el ámbito social y ambiental (Alves et al., 2021).

Para lograr dichos resultados, la industria de la minería está sujeta a cumplir, ya sea de manera directa o indirecta, con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), expuestos en Johnston (2016), ya que dichos objetivos están involucrados con la extracción minera (Tseng et al., 2019). Además, si se busca alcanzar dichos objetivos, el desempeño de las firmas deberían estar arraigadas con los ODS. Sin embargo, dada la poca habilidad para tomar decisiones que cumplan con los objetivos, por parte del sector minero, para lograr una gestión eficiente y óptima del uso de recursos naturales, conlleva a un escenario donde cumplir con un desarrollo sostenible es complejo (Kunz et al., 2017).

Por otro lado, a lo largo del tiempo, desde la implementación de una planta hasta el proceso final de la extracción en la minería, se ha generado diversos tipos de impactos negativos a nivel social y ambiental; por tanto, este proceso no ayuda a cumplir con un desarrollo sostenible (Mancini & Sala, 2018). Ello se evidencia en Nansai et al. (2019), ya que muestra la existencia de una relación negativa y significativa entre los indicadores socioeconómicos y los ODS, donde los ODS están sujetos para el cumplimiento de un desarrollo sostenible.

No obstante, este sector económico desempeña un papel importante en la economía, tales como: ayudar en la creación de empleos, desarrollar tecnologías (innovación), implicancias fiscales (relación con el gobierno), etc. Lo cual es importante para el crecimiento y desarrollo de una economía y, ello se ve reflejado en los indicadores macroeconómicos (Medina, 2021; Jiskani et al., 2021; Nie et al., 2021; Fernandez, 2020).

Por otro lado, en la economía peruana el sector minero viene desempeñando un papel fundamental el cual muestra que, desde el año 2006 el incremento considerable del ingreso per cápita redujo la pobreza (de 48.5% a 20.5%). Sin embargo, como consecuencia de la gran demanda de metales por parte de China, la economía peruana ha desarrollado un nivel de dependencia por parte del sector minero lo cual también la hace vulnerable a los precios de los metales, ya que no depende de la economía peruana establecer los precios (Banco Mundial, 2021).

En tiempo de pandemia, el sector minero ha presentado una variación negativa en el PIB peruano. Ello acompañado de una importante reducción de las exportaciones, de la inversión (entrada de capitales extranjeros), del nivel de empleo e incluso una volatilidad alta de los precios de los metales. Aunque a finales del año 2021 e inicios del 2022 se evidencia una lenta recuperación y estabilización de estos indicadores (Banco Mundial, 2021).

Entonces, se resalta el rol que tiene el sector minero en las economías, particularmente la peruana, y también los aspectos negativos que se derivan de las actividades que realizan. Asimismo, según Karakaya y Nuur (2018), la poca literatura desarrollada sobre este sector en países en vía de desarrollo genera que el sector de la minera se convierta en un campo atractivo de investigación en estos países en particular.

La presente investigación abordará la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los determinantes del desempeño empresarial sostenible de las empresas mineras peruanas? Para la cual se plantea la siguiente hipótesis: la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos son determinantes en el desempeño empresarial sostenible de las empresas mineras peruanas. Además, el objetivo central de la investigación es demostrar la relación directa y significativa de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial de las empresas mineras peruanas. Por lo tanto, los objetivos específicos del presente trabajo de investigación son analizar y explicar la relación de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y activos frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial de las empresas mineras peruanas.

En la siguiente sección se abordará la revisión de literatura, el modelo teórico, los datos y variables a emplear, los hechos estilizados, la estrategia metodológica, los resultados y las conclusiones de la presente investigación.

2 MARCO TEÓRICO

En las siguientes secciones se muestra la revisión de literatura en los últimos años respecto al desarrollo sostenible empresarial. Para lo cual, se expone la relevancia de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos de las empresas para alcanzar el desarrollo sostenible. Asimismo, se presentará el desarrollo del modelo teórico.

2.1 ESTUDIOS PREVIOS

2.1.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

En los últimos años se ha prestado particular atención a las consecuencias derivadas de las actividades económicas por parte de los agentes económicos, tales como: el cambio climático, altos niveles de smog y, sobre todo, el agotamiento acelerado de los recursos naturales. Es así que nacen temas de interés como el desarrollo sostenible y el crecimiento “verde” para las organizaciones. Donde las empresas están sujetas a cumplir con la responsabilidad social y ambiental, lo cual les permite generar mayores beneficios, ya que aquellas empresas que actúen sobre estas responsabilidades se vuelven más competitivas (estas ventajas competitivas se dan mediante la incorporación, particularmente, de estrategias ambientales). Asimismo, para lograr un desarrollo sostenible no basta con la participación de las empresas, sino también se deben involucrar el gobierno, organismos reguladores y comunidades (Fousteris et al., 2018; Katsikeas et al., 2016; Pan et al., 2020).

Cabe resaltar que, las empresas que adoptan un modelo de estrategias ambientales buscan generar ventajas competitivas al largo plazo. Donde para examinar el desempeño empresarial bajo estas estrategias, se hace uso de indicadores financieros, indicadores ambientales, así como también de indicadores de desempeño operativo e indicadores de marketing (Bae, 2017; Leonidou et al., 2015; J. Liu & Shu, 2020).

De acuerdo con Cheng et al. (2021), el objetivo principal que subyace en el desarrollo sostenible es luchar contra “la maldición de los recursos”. Es decir, busca mitigar la extinción de los recursos (dado que estos son escasos). Para ello, resalta la importancia de incrementar la inversión en la industria, incentivar la innovación científica y tecnológica, mejorar la calidad del sistema y mecanismos de regulación ambiental. Entonces, estos mecanismos ayudan a lograr un desarrollo sostenible en la industria.

Asimismo, mientras que el desarrollo sostenible plantea mitigar el daño ambiental. El consumo, la energía convencional, las emisiones de CO₂ y el crecimiento económico están relacionados de manera indirecta con el desarrollo sostenible. Por tanto, es importante entender que, si se busca converger a un escenario sostenible, se debe buscar fuentes de energías renovables, mitigar las emisiones de CO₂ y, con ello, converger a un escenario donde el crecimiento económico se relacione de manera directa con el desarrollo sostenible, siendo este último su fin (Agboola et al., 2021).

Mientras que, Yang et al. (2021), demuestra que si el objetivo central de una compañía es alcanzar el desarrollo sostenible, entonces debe tomar acciones para mejorar la tecnología que presenta, poseer una producción óptima y una gestión eficiente (toma de decisiones), ya que están relacionados con las emisiones de CO₂. Por lo tanto, si las emisiones de CO₂ están relacionadas con el desarrollo sostenible, las empresas se deberían enfocar en dichos aspectos para converger a un desempeño sostenible.

2.1.2 TECNOLOGÍA

De acuerdo con Bekezhhanov et al. (2021), los avances tecnológicos a lo largo del tiempo, principalmente la digitalización, se considera fundamental y necesaria para mejorar la gestión tanto a nivel económico y financiero como la seguridad ambiental, donde se enfoca en este último para mitigar el daño ambiental causado por las diferentes industrias, principalmente la minería.

Asimismo, las empresas mineras chinas que se encargan de la extracción de Litio generan altos niveles de carga ambiental. Donde para poder mitigar dicha carga ambiental se debe mejorar los equipos de producción. Además, se debe desarrollar tecnología para lograr generar un proceso de extracción y producción más limpio. Entonces, de esa manera es posible cumplir con los principios de sostenibilidad y los ODS planteados por la ONU, lo cual permitirá alcanzar un desarrollo sostenible (Gu & Gao, 2021).

Por otro lado, no solo el sector minero se ve involucrado para desarrollar tecnología que le permita alcanzar un desarrollo sostenible, sino también el sector agrícola debe desarrollar tecnología para realizar un proceso más eficiente y limpio. Sin embargo, tiende a ser complicado el desarrollo de tecnologías en este sector por los costos que se deben asumir. Particularmente se deberían desarrollar tecnologías verdes las cuales buscan obtener energía

limpia. Aunque, claramente, si el sector agrícola desarrollará tecnología verde, se aceleraría el desarrollo del sector y de esa manera, directa o indirecta, es posible cumplir la sostenibilidad (Yue et al., 2021).

Además, en busca de cumplir con un desarrollo sostenible por parte de las empresas de los diferentes sectores económicos el gobierno deberá adoptar un rol el cual se enfocó en fomentar e incentivar la inversión en tecnología (mediante préstamos accesibles, un programa de impuestos especial o créditos fiscales), específicamente en tecnologías verdes, para mitigar los daños ambientales principalmente. Por lo tanto, si el gobierno cumple con dicho rol, las firmas van a buscar incrementar su nivel en tecnología para cumplir con los ODS (Liu et al., 2021; McDowall, 2021).

También, la minería es una de las industrias que más energía utiliza en el mundo, ello debido a la alta demanda de los diferentes minerales. Entonces, es muy probable que la minería tenga que demandar mayor energía (como consecuencia de la alta demanda de los metales) en sus procesos (actividades de exploración, extracción, procesamiento y refinación). Por lo tanto, el desarrollo tecnológico podría permitir generar fuentes de energía renovable; en contraste, de utilizar combustibles fósiles (Igogo et al., 2021).

En la misma línea, Imasiku y Thomas (2020) sostiene que el sector de la minería posee un alto potencial de contribución al desarrollo energético sostenible, el cual busca generar eficiencia energética, ya que este sector es uno de los que más consume energía para su desempeño y; por tanto, si logra desenvolverse con el uso de energías limpias estaría contribuyendo ampliamente con un desarrollo sostenible. Para ello es necesario el uso de tecnologías que aprovechen la energía solar y otros recursos renovables; además, compartir con otras industrias la experiencia del uso de estas tecnologías. Entonces, de esa manera se buscaría converger a un desarrollo sostenible en el sector minero y otros sectores económicos.

Adicionalmente, no solo las tecnologías que se encuentren implicadas en el desarrollo de energía renovable son las únicas para alcanzar un desarrollo sostenible. Sino también el avance tecnológico en computación, comunicaciones, inteligencia artificial, tecnologías interactivas y robótica contribuyen en las firmas para lograr dicho desarrollo. Por lo tanto, no solo se debe incentivar e invertir en tecnologías que buscan generar energía limpia,

también se debe invertir en estas otras tecnologías que están altamente relacionadas con la sociedad, el medio ambiente y, sobre todo, la productividad (Keenan et al., 2019).

De acuerdo con Ediriweera y Wiewiora (2021) , si se cuenta con innovaciones tecnológicas, ello puede generar una ventaja competitiva respecto a las otras firmas e incluso los otros sectores económicos. Es decir, presentar innovaciones tecnológicas en la minería significa que las empresas poseen capacidad para reducir sus costos, mitigan mejor el impacto ambiental, mejora el proceso de extracción de los minerales e incrementan el nivel de producción. Aunque para lograr alcanzar este escenario se debe desarrollar leyes que se encuentren alineadas a una cultura de innovación y desarrollar prácticas sostenibles. Entonces, bajo dicho contexto las firmas podrán competir en un entorno de desarrollo sostenible.

2.1.3 EFICIENCIA GERENCIAL

De acuerdo con Jiskani et al. (2021), no solo el desarrollo tecnológico que presentan las firmas en sus respectivas industrias es suficiente para cumplir con un desarrollo sostenible. Sino también la eficiencia gerencial de las firmas influye para alcanzar dicho desarrollo mediante el uso eficiente y óptimo de todos los recursos que posee la empresa u organización.

Asimismo, de acuerdo con Wang et al. (2020), si existe fallas a nivel gerencial (ineficiencia gerencial). Es decir, si las decisiones que se están tomando no permiten hacer un uso eficiente de los recursos, entonces tiende a ser complicado para las firmas y organizaciones cumplir con los ODS y; por tanto, no será posible alcanzar un desarrollo sostenible. Por ello, es relevante que la gerencia de las empresas sea eficiente a la hora de tomar decisiones respecto a los recursos que posee la empresa.

En la misma línea, contar con una gerencia eficiente permite mejorar la cadena de suministros de las empresas y, consecuentemente, la de la industria. Ello beneficia principalmente a los consumidores finales (porque se esperaría que los precios se reduzcan frente a una cadena de suministro más eficiente) lo cual termina generando un mayor nivel de bienestar social. (Dobson & Chakraborty, 2020). Además, la eficiencia gerencial fomenta de manera indirecta en la mejora en innovación, ya que una buena toma de decisiones puede derivar en soluciones

innovadoras para la empresa y; por tanto, es posible alcanzar un desarrollo sostenible incluso a nivel industrial (Orlov & Orlova, 2019).

Según Tapia-Ubeda et al. (2021), cuando una empresa posee una gestión eficiente y; además, está comprometida con la sostenibilidad. Entonces, como consecuencia de sus decisiones, es posible que la firma va a converger a un escenario donde cuenta con una cadena de suministro verde e incluso una economía circular, la cual cumpliría con un rol impulsador de mejoras para alcanzar un desarrollo sostenible. Donde, de manera indirecta, también beneficia a la generación de nuevos productos.

Por otro lado, particularmente en el sector minero, la gestión eficiente del uso del agua (cabe resaltar que, es un recurso escaso) está estrechamente relacionada con la responsabilidad ambiental y social. Por lo tanto, el uso eficiente del agua está relacionada significativamente con el desempeño empresarial, lo cual conlleva a generar competitividad en las empresas que pertenecen a la industria minera. Es decir, aquellas empresas que gestionan de manera más eficiente el uso del agua serán más competitivas desde la perspectiva ambiental y social (Van Krevel, 2021).

Cabe resaltar que, la implementación de políticas (y que éstas se pongan en práctica) que se encuentren arraigadas al cumplimiento de la sostenibilidad, por parte de la gerencia, permite alcanzar un desarrollo sostenible (Luthra et al., 2022).

2.1.4 PRODUCCIÓN

De acuerdo con Ahmed et al. (2021) si se busca eficiencia en los recursos, entonces la producción debe generarse con los costos más bajos posibles (se busca generar economías de escala), ya que ello ayuda al desempeño de las firmas en el mercado; además, de generar beneficios positivos para las mismas e incrementar el beneficio social, ya que los consumidores también se benefician. Por lo tanto, adoptar un proceso que permita reducir los costos de producción permite alcanzar un escenario de sostenibilidad por parte de las firmas.

Además, si se busca eficiencia en la producción (específicamente en la productividad) no solo es suficiente generar rendimientos decrecientes de escala, sino también mitigar las diferencias entre las grandes y pequeñas empresas respecto a cómo se genera un valor

agregado, así como también la edad que tiene la empresa podría representar su capacidad productiva y el respaldo financiero que poseen las empresas podrían determinar las variaciones de productividad. Entonces, para una producción eficiente en la industria minera es importante tomar en cuenta estos aspectos y de esa manera, en el camino, llegar a alcanzar un desarrollo sostenible (Cowling & Tanewski, 2019).

Asimismo, en las extracciones mineras, la gestión de la producción juega un rol importante, ya que su principal objetivo es generar una relación estable y sólida entre los agentes económicos involucrados, donde este tipo de relaciones e interacciones permite un comportamiento corporativo responsable con los recursos utilizados en el proceso de producción o extracción lo cual permite alcanzar un desarrollo sostenible (Amoako et al., 2021).

Por otro lado, para mitigar el cambio climático, una economía prácticamente descarbonizada permitiría acercarse más a un desarrollo sostenible de la industria. Es decir, sus fuentes de energía no dependen principalmente del uso de carbón u otros fósiles. Para ello, la producción, en este caso del cobalto, busca generar un nuevo proceso mediante energía renovable y limpia. De esta manera la producción del cobalto cumpliría con políticas y principios de sostenibilidad ambiental y; por ende, alcanzaría un desarrollo sostenible en el sector (Rachidi et al., 2021).

2.1.5 ACTIVOS

De acuerdo con Campello y Giambona (2013) los activos de una empresa representan los recursos que se poseen para el desarrollo de la actividad productiva y como resultado de dichas actividades se esperan obtener beneficios económicos. Sin embargo, manejar adecuadamente los activos de una empresa permite contar con una estructura de capital sólida y también permite trabajar con un nivel considerable de apalancamiento, lo cual genera distintos beneficios financieros a la empresa.

Asimismo, no solo los activos tangibles son relevantes para contar con una solidez financiera y económica. Sino también los activos intangibles juegan un rol relevante dentro de la estructura financiera de la empresa, porque los activos intangibles identificables permiten generar un respaldo de la deuda de la empresa y juega un rol importante en el nivel de apalancamiento de la empresa (Lim et al., 2020).

Por otro lado, Cairns y Martinet (2021) evidencia la importancia de contar con un nivel sólido de activos por parte de las empresas, ya que ello permite cumplir con los objetivos de las compañías para alcanzar un desarrollo sostenible. Ello debido a que las empresas con un nivel alto de activos pueden contar con financiamientos importantes (cuentan con una sólida estructura financiera) para cumplir con los ODS.

2.2 MODELO TEÓRICO

Se plantea un modelo Meta-frontera la cual permite evaluar la eficiencia ecológica (ecoeficiencia) de las diferentes economías a través de su evolución y convergencia. Además, ello permite a los policy makers tomar decisiones políticas que permitan converger a un escenario eficiente en términos ecológicos (Yu et al., 2019).

En la misma línea, el enfoque Meta-frontera compara la eficiencia técnica de las empresas para exponer el nivel tecnológico de las empresas evaluadas; además, analiza si dichas empresas están cumpliendo con preservar el medio ambiente y un desarrollo sostenible bajo este modelo (Lu et al., 2018).

Asimismo, dicho modelamiento también puede evaluar la eficiencia productiva de las empresas estableciendo brechas tecnológicas entre las mismas. Donde de manera indirecta evalúa el capital humano y la distribución de los ingresos. Lo cual converge a establecer un comportamiento sostenible por parte de las empresas (Lai et al., 2020).

Por lo tanto, utilizar dicho modelamiento basado en el desarrollo tecnológico (brechas tecnológicas entre las empresas) permite evaluar la producción de las empresas, el cuidado del medio ambiente por parte de las empresas y eficiencia en las decisiones de las personas encargadas para converger en un desarrollo sostenible (Rudminas & Baležentis, 2020).

Por ello se plantea lo siguiente, de acuerdo con Du et al. (2014) se plantea el enfoque de Meta-frontera para modelar las emisiones de CO₂ como producto de la fuerza laboral (L), energía (E), capital (K), PIB (Y) y emisiones de CO₂ indeseables (C). Además, para determinar la heterogeneidad de la tecnología en las diferentes organizaciones se agrupa a todas las firmas de la industria para luego dividir las en “H” subgrupos respecto sus niveles tecnológicos, resultando:

$$\overline{D}^h(L, E, K, Y, C, g) = \text{Sup}\{\beta^h: (Y, C) + \beta^h g \in P^h(L, E, K)\} \quad h = 1, \dots, H \quad (1)$$

Donde “g” determina las direcciones de aquellas salidas deseables e indeseables del modelo y “ $P^h(L, E, K)$ ” representa la tecnología del grupo “h”.

Entonces, de acuerdo con Chiu et al. (2012), la eficiencia de la emisión de CO2 (CEE) se relaciona con el grupo de fronteras y meta-frontera. Por lo tanto:

$$CEE^h = 1 - \overrightarrow{D^h}(L, E, K, Y, C, g) \quad (2)$$

Donde la ecuación (2) en su estado de equilibrio resultaría como:

$$CEE^* = 1 - \overrightarrow{D^*}(L, E, K, Y, C, g) \quad (3)$$

Para lo cual se debe cumplir con lo siguiente:

$$\overrightarrow{D^h}(L, E, K, Y, C, g) \leq \overrightarrow{D^*}(L, E, K, Y, C, g) \rightarrow CEE^* \geq CEE^h \quad (4)$$

Dada esta relación, se plantea que, para medir la cercanía entre las fronteras y la meta-frontera del grupo se define la brecha tecnológica (TGR) como:

$$TGR = \frac{CEE^*}{CEE^h} \quad (5)$$

Donde el valor de TGR está entre 0 y 1. Es decir, cuanto mayor sea el TGR, más cerca está la tecnología que posea la firma frente la tecnología potencial.

Además, de acuerdo con Oh (2010) y Chung et al. (1997) se supone que, a priori, las tecnologías de producción muestran rendimientos constantes a escala (CRS) o rendimientos variables a escala (VRS). Entonces, de acuerdo con la propuesta por Simar y Wilson (2002) para determinar la producción se plantea lo siguiente:

$$\overrightarrow{D^h}(L_i^h, E_i^h, K_i^h, Y_i^h, C_i^h, g) = \text{Max} \beta^h \quad (6)$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^{N_h} \lambda_j^h L_j^h \leq L_i^h \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{N_h} \lambda_j^h E_j^h \leq E_i^h \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j^h K_j^h \leq K_i^h \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j^h Y_j^h \geq (1 + \beta^h) Y_i^h \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j^h C_j^h = (1 - \beta^h) C_i^h \quad (11)$$

$$\lambda_j^h \geq 0, j = 1, \dots, N^h \quad (12)$$

Este planteamiento, donde impera los rendimientos constantes a escala, representa la búsqueda de la máxima reducción de la producción no deseada y el incremento de la producción deseable respecto a los insumos y la tecnología de producción disponible en los “H” grupos.

En consecuencia, tomando dicho planteamiento frente al modelamiento Meta-frontera plantada inicialmente, se obtiene:

$$\overrightarrow{D^h}(L_i^h, E_i^h, K_i^h, Y_i^h, C_i^h, g) = \text{Max} \beta^* \quad (13)$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j L_j \leq L_i \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j E_j \leq E_i \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j K_j \leq K_i \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j Y_j \geq (1 + \beta^*) Y_i \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^{N^h} \lambda_j C_j = (1 - \beta^*) C_i \quad (18)$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, N \quad (19)$$

Entonces, bajo los enfoques planteados por Chung et al. (1997), Oh (2010), Simar y Wilson (2002) y Chiu et al. (2012) se realiza y resuelve el proceso de optimización planteado.

Además, los resultados relevantes de dicho proceso de optimización son los siguientes:

$$MI = 1 - CEE^h \quad (20)$$

$$TGI = CEE^h \times (1 - TGR) \quad (21)$$

$$EIM = MI + TGI \quad (22)$$

Donde:

EIM: Ineficiencia relativa a la Meta-frontera (índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial)

MI: Eficiencia Gerencial

TGI: Variación % de la Tecnología

CEE: Emisión de CO2

TGR: Ratio entre la tecnología disponible actualmente y la tecnología potencial

Entonces, en base a la ecuación (22) el modelo evidencia que *MI* y *TGI* impactan sobre *EIM*. Asimismo, de acuerdo con Wang et al. (2020) el nivel de producción se encuentra de manera indirecta en el modelo de Meta-frontera. Dado que, cuando se parte del proceso de optimización, el nivel de producción forma parte de dicho proceso.

Por lo tanto, la ecuación (22) se expresaría como (en términos de logaritmos):

$$EIM = MI + TGI + NP \quad (23)$$

Donde:

NP: Variación % de la Producción

Entonces, el enfoque Meta-frontera permite entender que si las empresas cuentan con un desarrollo tecnológico alto (donde las brechas tecnológicas tiendan a 0), junto con un proceso eficiente de producción (hacer uso eficiente de los recursos productivos) y las decisiones eficientes tomadas por los encargados (no despilfarrar los recursos de la empresa). Entonces, se convergiría a un escenario de desarrollo sostenible.

3 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

En esta sección se va a presentar los datos, variables, hechos estilizados y la estrategia metodológica que se va a seguir en la presente investigación.

3.1 DATOS Y VARIABLES

La fuente de información para el presente trabajo de investigación se encuentra principalmente en los estados financieros de las empresas mineras que poseen un alto nivel de presencia bursátil en la Bolsa de Valores de Lima las cuales son objeto de estudio en el presente trabajo.

A continuación, las empresas mineras con mayor presencia bursátil¹:

Tabla 1: Empresas mineras con mayor presencia bursátil en la Bolsa de Valores de Lima.

Empresa	Símbolo	Nivel de Presencia (%)
Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	BVN	98.33
Volcan Compañía minera S.A.A.	VOLCABC1	97.78
Minsur S.A.	MINSURI1	91.11
Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.	CVERDEC1	89.44
Southern Copper Corporation	SCCO	86.67

Nota: Información al 29 de agosto de 2022. Adaptado de “Lista diaria de acciones y valores representativos de acciones que cumplen con tener presencia bursátil”, por BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/mercado/movimientos-diarios/presencia-bursatil>).

Donde los datos y variables que se van a emplear se presentan a continuación.

Por el lado de la eficiencia gerencial, el indicador financiero Return of Assets (ROA) busca reflejar el rendimiento de los activos. Donde, el ROA está compuesto por los activos de la empresa; por tanto, mientras se haga uso de los activos de manera eficiente por parte de la gerencia este se debería ver reflejado en el rendimiento de las utilidades. Además, el ROA tiende a reflejar la gestión de los recursos de la empresa. En la misma línea, este indicador está compuesto por los activos totales, utilidad neta e incluso es posible incluir en el análisis

¹ El nivel de presencia bursátil se encuentra actualizada al 29/08/2022.

la utilidad antes de impuestos para observar cómo afecta los impuestos en el rendimiento de los activos (Faiteh & Aasri, 2022; Thomas et al., 2021; Van Krevel, 2021).

Por parte de la producción, el saldo que refleja el nivel de producción de una empresa es el nivel de ingresos netos derivados de las actividades ordinarias de la empresa (Cowling & Tanewski, 2019; Du et al., 2014).

Respecto a la tecnología, estudios indican que las empresas mineras fueron incrementando su conciencia frente al medio ambiente adoptando sistemas que permiten una gestión ambiental y productiva más limpia. Ello derivado de un esfuerzo por contar con activos tangibles de última tecnología que permiten operar de manera más eficiente y amigable con el medio ambiente. Por lo tanto, hablar del nivel de maquinaria y equipo con la que cuenta una empresa minera es hablar de la tecnología que presentan las empresas y permiten cumplir con la responsabilidad ambiental (Du et al., 2014; Vintró et al., 2014).

Asimismo, si bien las empresas invierten en sus activos tangibles, también lo hacen en sus activos intangibles (aunque estos no son del todo identificables). Por tanto, los activos totales de las empresas también juegan un rol importante (permite poseer una estructura de capital sólida) para alcanzar un desarrollo sostenible (Cairns & Martinet, 2021; Lim et al., 2020).

Por otro lado, de acuerdo con Wang et al. (2020) y Yang et al. (2021) para la formación del índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial se necesitan aquellas cuentas financieras que se encuentre arraigadas con los ODS. Por ello, se plantean una suma simple de dichas cuentas, como:

$$IDS = \sum_{j=1}^n C_j \quad (24)$$

Donde, las cuentas que se proponen son: el nivel de empleo, valor de la empresa y emisión de CO₂ ($n = 1,2,3$).

Sin embargo, de acuerdo con Gómez et al. (2020) es factible utilizar el saldo de los gastos operativos como representación de las emisiones de gases contaminantes (supuesto), ya que en esta cuenta se refleja si en efecto una empresa está o no realizando gastos que permitan reducir las emisiones de estos gases y; además, presentan una relación directa y significativa. Por lo tanto, un incremento en esta cuenta reflejaría que la empresa se esfuerza por tener una línea de producción limpia la cual reduce la emisión de estos gases; caso contrario, una

reducción en esta cuenta reflejaría que la empresa no se esfuerza por tener una línea de producción limpia la cual incrementa la emisión de estos gases.

Asimismo, de acuerdo con Liang et al. (2018) para establecer un indicador de desarrollo sostenible (construir un indicador) es factible ponderarlo por el Dow Jones Sustainability Index (DJSI).

Entonces, la ecuación (24) se expresaría como:

$$IDS = DJSI * \sum_{j=1}^n C_j \quad , n = 1,2,3 \quad (25)$$

Aplicando logaritmos a la ecuación (25)

$$IDS = \ln(DJSI) + \ln(\sum_{j=1}^n C_j) \quad , n = 1,2,3 \quad (26)$$

Entonces, las cuentas que se van a utilizar para construir el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial es el nivel de empleo (cuenta de remuneraciones), valor patrimonial (determinada bajo el flujo libre de caja) y el nivel de gastos operativos al cual incurren las empresas; además, el DJSI.

Cabe resaltar que, para cada una de las empresas expuestas se van a obtener los datos de sus estados financieros que están expuestos en la plataforma de Economática y para el DJSI se encuentra información en S&P Global y se va a realizar las estimaciones en un periodo trimestral entre los años 2002 y 2018.

3.2 HECHOS ESTILIZADOS

3.2.1 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

De acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible que planteó la ONU y se expone en Johnston (2016), estas son metas que las empresas deben cumplir si buscan alcanzar un desarrollo sostenible y consecuentemente en las industrias donde se desenvuelven estas empresas. Para ello, de los 17 ODS planteados se van a analizar particularmente tres objetivos, los cuales son:

- El objetivo 8, el cual tiene que ver con el trabajo y crecimiento económico. Es decir, promueve el crecimiento económico inclusivo y sostenible generando un nivel de empleo decente para todos.
- El objetivo 9 se refiere a la innovación e infraestructura de la industria. Es decir, promueve la construcción de infraestructuras resilientes; además, incentiva la industrialización sostenible y la innovación.
- El objetivo 12 que habla sobre de la producción y consumo responsable. Es decir, busca garantizar un consumo y producción sostenible.

Se consideran estos tres objetivos, ya que son los se adaptan para cumplir con un desarrollo sostenible en la industria minera.

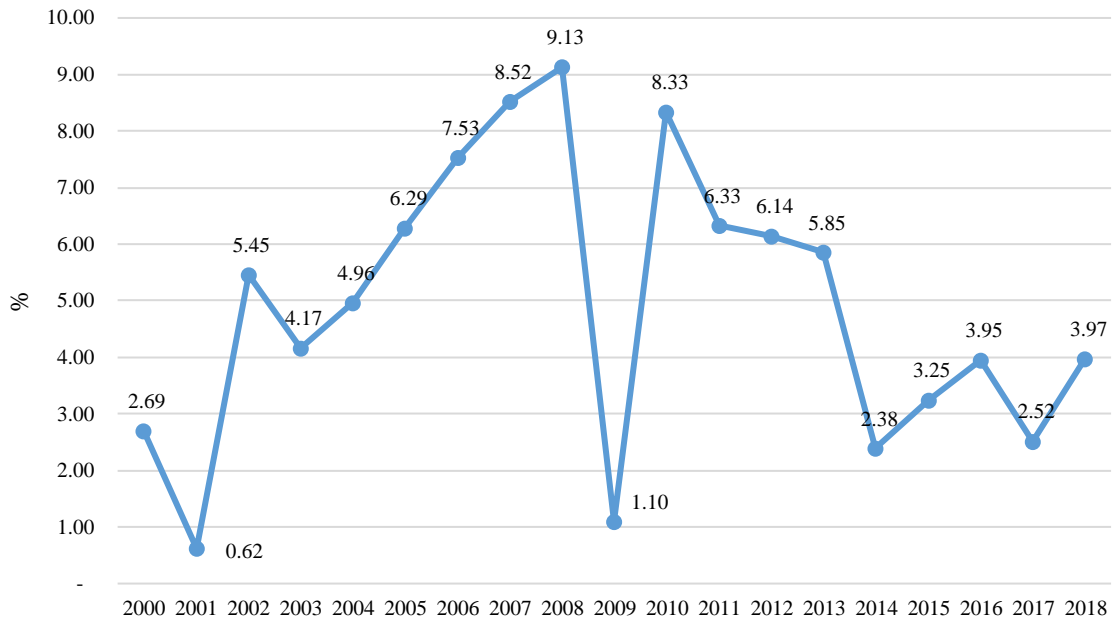
Respecto al objetivo 8, se plantea promover el crecimiento económico el cual representa los niveles de productividad de la economía mediante la modernización (tecnología e innovación). Asimismo, vela por proteger los derechos laborales de los trabajadores y promover un entorno de trabajo seguro, incluidos trabajadores migrantes o con empleos precarios.

Para analizar cuantitativamente el estado del objetivo 8, se plantea analizar el crecimiento porcentual del PIB de una economía y también ver el nivel de empleo en dicha economía.

Entonces, en la economía peruana, como se muestra en la Figura 1 el crecimiento porcentual del PIB para los años 2000-2018 ha sido positivo. Es decir, la economía ha presentado un crecimiento en estos años. Sin embargo, se evidencia una caída importante para el año 2009 y después de ello se observa que la economía se recupera rápidamente, aunque después la tasa de crecimiento decae (pero no llegar a ser una tasa negativa).

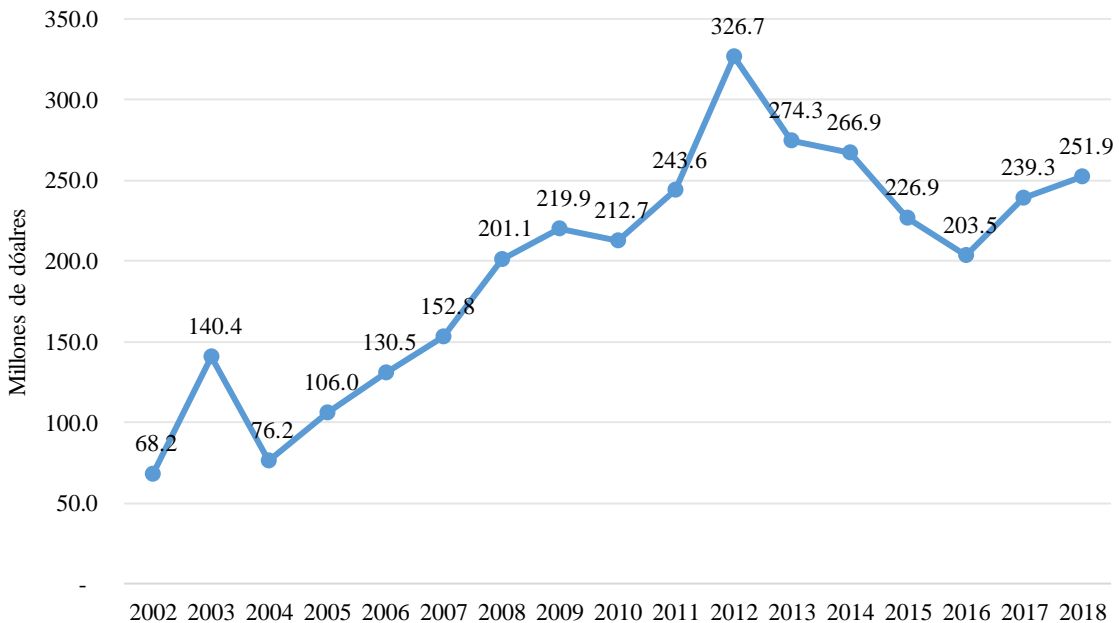
Asimismo, en la Figura 2 se observa que en el sector minero se ha ido incrementando las remuneraciones, ello indica de manera indirecta que se han ido incrementado los puestos de trabajo. Resaltando que, entre los años 2004-2012 se observa un importante incremento en las remuneraciones. Sin embargo, después del año 2012 se observa una caída, hasta el año 2016. Donde a partir de dicho año se empieza a recuperar el nivel de las remuneraciones.

Figura 1: Evolución del crecimiento porcentual del PIB de Perú.



Nota: Se muestra el crecimiento porcentual del PIB peruano entre los años 2000 y 2018. Adaptado de “Data bank: Sustainable Development Goals (SDGs)”, por el Banco Mundial, 2022 ([https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-\(sdgs\)](https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-(sdgs))).

Figura 2: Evolución de las remuneraciones en el sector minero.



Nota: Se muestra la evolución de las remuneraciones en el sector minero peruano entre los años 2002-2018. Adaptado de “Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil”, por la BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>).

Respecto al objetivo 9, la cual busca desarrollar infraestructuras sostenibles y resilientes (de alta calidad), las cuales sean asequibles y equitativas para la población. Además, también promueve e incentiva a que las industrias se desarrollen de manera sostenible e inclusiva. Entonces, para lograr este objetivo es importante el uso de tecnologías que permitan desarrollar este tipo de infraestructuras.

Donde para analizar cuantitativamente el estado de este objetivo, se plantea observar el nivel de emisiones de CO₂.

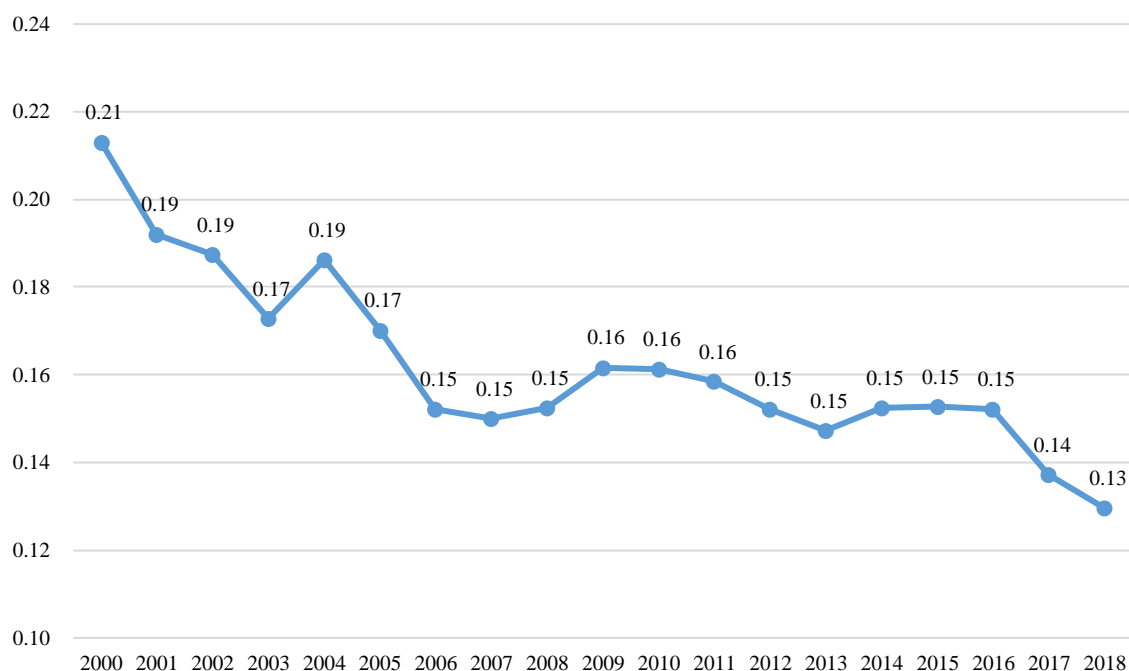
Las emisiones de CO₂ producidas en Perú se muestra en la Figura 3, la cual también muestra el poder adquisitivo de la población. Es decir, se observa que las emisiones decaen a lo largo de los años de estudio, ello se debe a que las emisiones de CO₂ se están reduciendo y el poder adquisitivo de las personas se está incrementando. Entonces, las personas tienen acceso a infraestructuras modernas, porque cuentan con mayor poder adquisitivo, y como consecuencia de este tipo de infraestructuras las emisiones de CO₂ disminuyen.

Respecto al objetivo 12, el cual se enfoca en mitigar el uso inadecuado de los recursos a la hora de producir (por parte de las actividades empresariales) y consumir (por parte de los consumidores). Es decir, busca generar una producción eficiente entendiendo que los recursos son escasos y de esa manera evitar efectos destructivos en el ambiente. Además, de un nivel de consumo que satisfaga las necesidades de los consumidores sin incurrir a excesos.

Donde para analizar cuantitativamente este objetivo, se plantea observar el nivel de renta de los minerales.

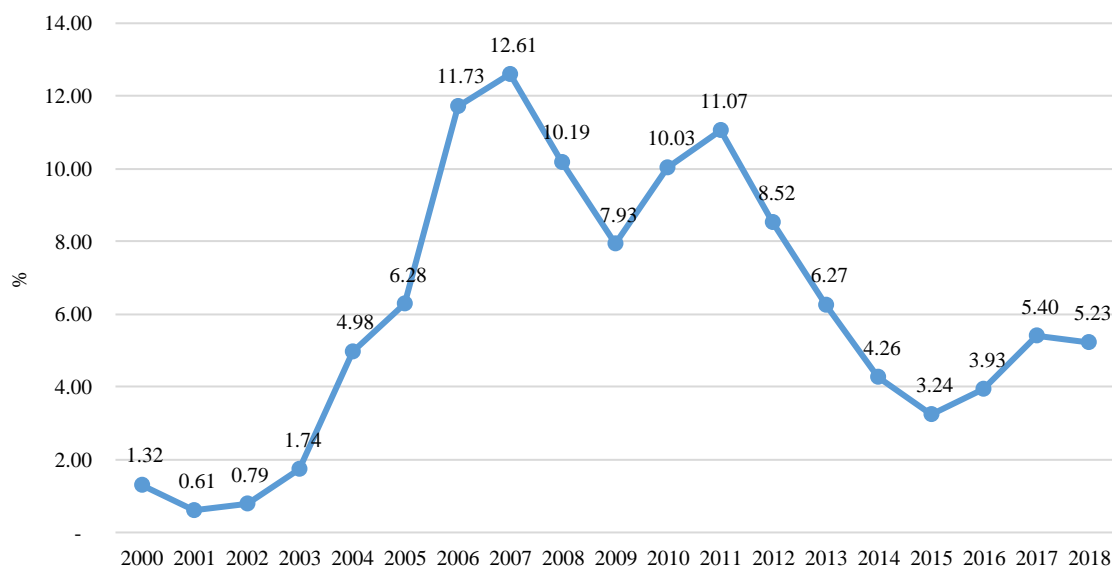
La Figura 4 representa el nivel de renta de los minerales peruanos (las cuales son la diferencia entre el valor de producción de minerales a precios mundiales y sus respectivos costos totales). Se puede observar que entre los años 2001-2007 los costos a los cuales han incurrido las empresas han sido bajos, lo cual significa que hay eficiencia en la producción. Sin embargo, después del año 2007 se observa que, el indicador ha decaído y ello puede significar un incremento en los costos o una disminución en el valor de producción.

Figura 3: Evolución de las emisiones de CO2 (kg por Paridad de Poder Adquisitivo del PIB).



Nota: Se muestra la evolución de las emisiones de CO2 en Perú entre los años 2000 y 2018. Adaptado de “Data bank: Sustainable Development Goals (SDGs)”, por el Banco Mundial, 2022 ([https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-\(sdgs\)](https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-(sdgs))).

Figura 4: Evolución de las rentas mineras peruanas como porcentaje del PIB.

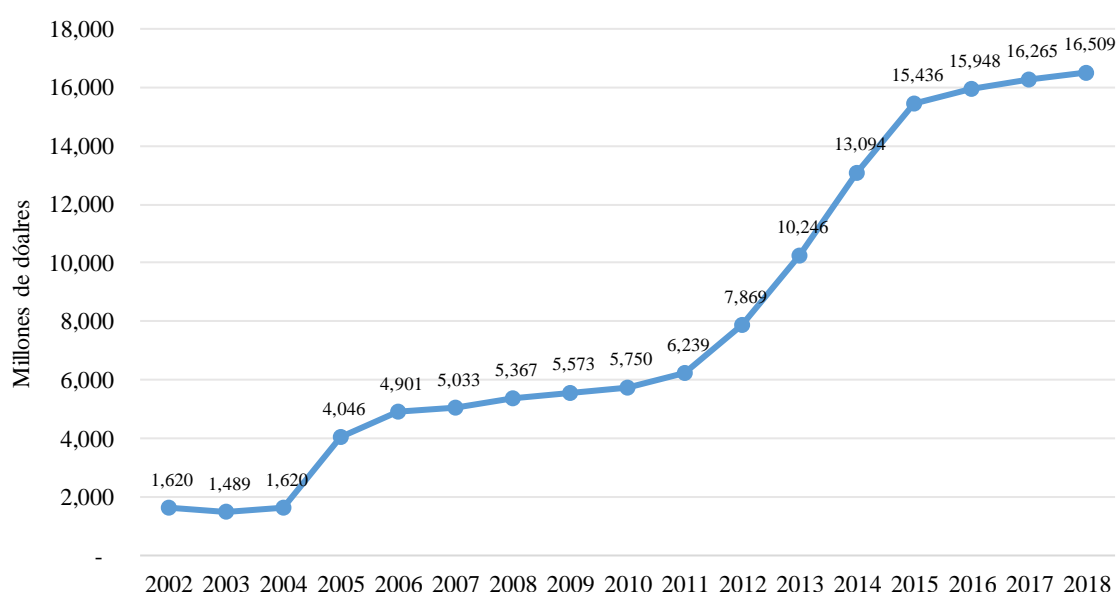


Nota: Se muestra la evolución de las rentas mineras peruanas como porcentaje del PIB entre los años 2000 y 2018. Adaptado de “Data bank: Sustainable Development Goals (SDGs)”, por el Banco Mundial, 2022 ([https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-\(sdgs\)](https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-(sdgs))).

3.2.2 EVOLUCIÓN DE LA PROPIEDAD, PLANTA Y EQUIPO

En la Figura 5 se muestra la evolución del valor de la propiedad, planta y equipo de la industria minera. Ello refleja que las empresas a lo largo de los años de estudio (2002-2018) han dado mayor importancia a este elemento, el cual es relevante a la hora de la extracción minera principalmente. Asimismo, refleja la tecnología que posee la industria para realizar sus principales operaciones. Donde un mayor valor implica adquisiciones nuevas o mejoras, lo cual influye en una extracción eficiente y un uso de energía más eficiente.

Figura 5: Evolución de la propiedad, planta y equipo neto en el sector minero peruano.



Nota: Se muestra la evolución de la propiedad, planta y equipo neto en el sector minero peruano entre los años 2002 y 2018. Adaptado de “Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil”, por la BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>).

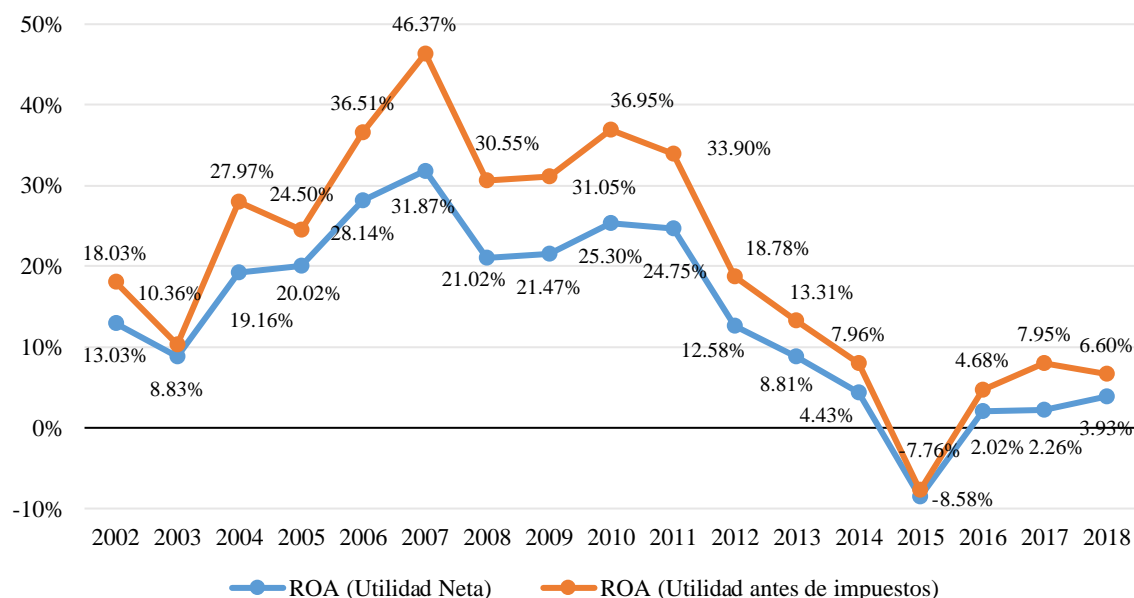
3.2.3 EVOLUCIÓN DEL ROA

En la Figura 6 se muestra la evolución del ROA en la industria minera para los años comprendidos entre el 2002 y 2018. Donde, cabe resaltar que, el indicador resulta ser negativo en el año 2015. Para el resto de los años en evaluación el ROA fue positivo, ello significa que la gerencia ha estado haciendo un uso eficiente de los recursos (porque obtiene

beneficios positivos por cada inversión realiza en los activos propios de la empresa). Además, se observa una recuperación del indicador después del año 2015.

Asimismo, se evidencia un ROA calculado con la utilidad antes de impuestos mayor a lo largo de los años de estudios; en contraste, de un ROA calculado con la utilidad neta.

Figura 6: Evolución del ROA (Return on Assets) del sector minero.

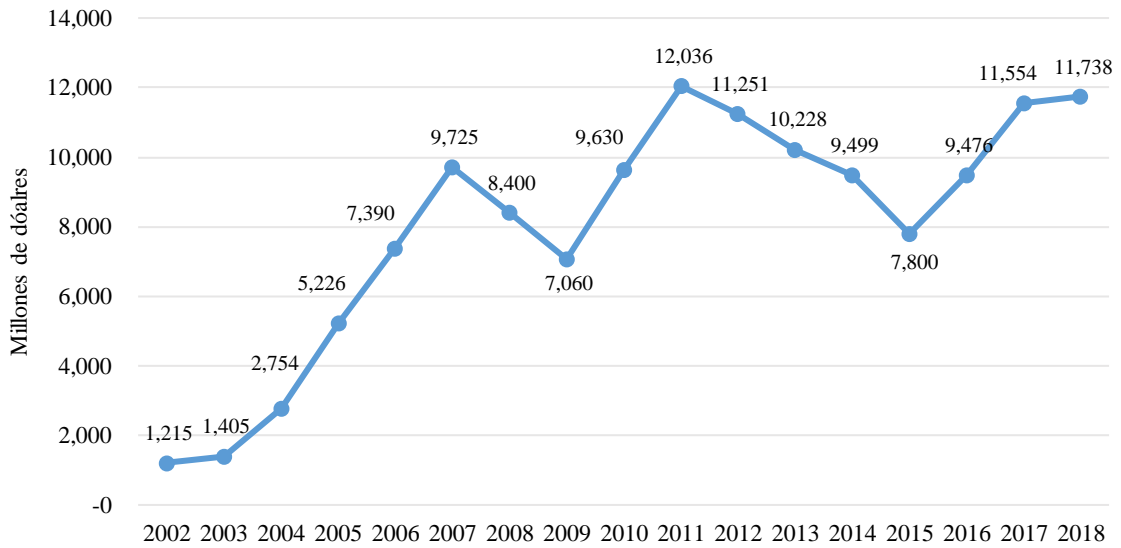


Nota: Se muestra la evolución del ROA (Return on Assets) del sector minero peruano considerando los activos totales, utilidad neta y utilidad antes de impuestos entre los años 2002 y 2018. Adaptado de “Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil”, por la BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>).

3.2.4 EVOLUCIÓN DE LOS INGRESOS

En la Figura 7 se observa la evolución de los ingresos generados de las ventas por las actividades ordinarias. Donde se puede rescatar una tendencia creciente a lo largo de los años evaluados (2002-2018). Además, es importante notar las dos caídas del nivel de ingresos más representativas en los años 2009 y 2015, donde posterior a estas fechas se ha recuperado el nivel de ingresos en el sector.

Figura 7: Evolución de los ingresos del sector minero peruano.

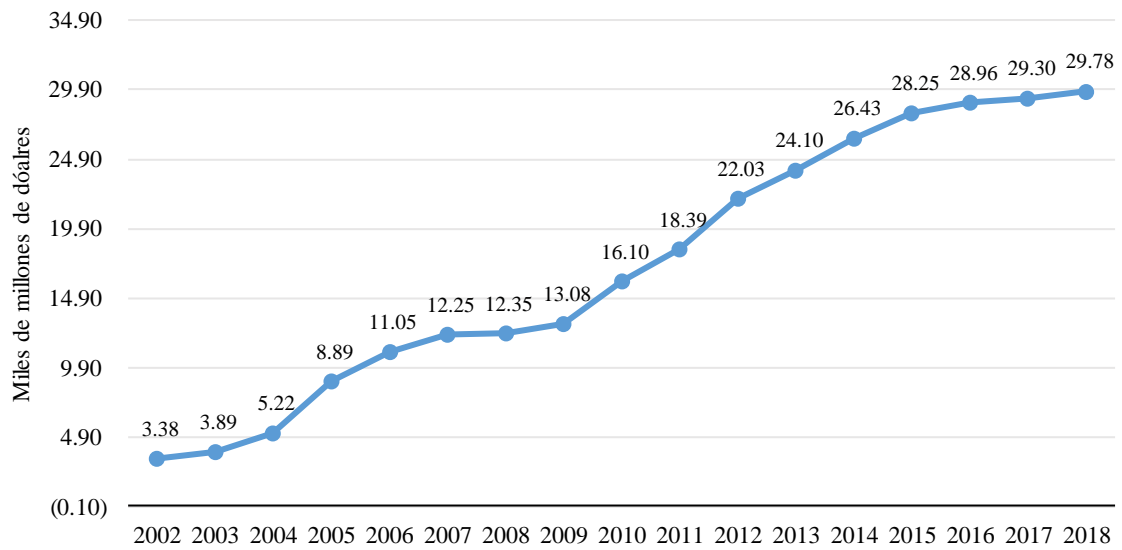


Nota: Se muestra la evolución de las ventas originadas por las operaciones ordinarias del sector minero peruano entre los años 2002 y 2018. Adaptado de “Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil”, por la BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>).

3.2.5 EVOLUCIÓN DE LOS ACTIVOS TOTALES

Como se muestra en la Figura 8, los activos totales del sector minero se han mantenido en una tendencia positiva a lo largo de los años, con un crecimiento promedio de 15.63%. Además, su crecimiento más bajo, en los años de evaluación, fue de 0.81% para el año 2008. Mientras que, su mayor crecimiento, en los años de evaluación, fue de 70.34% para el año 2005.

Figura 8: Evolución de los activos totales del sector minero peruano



Nota: Se muestra la evolución de los activos totales del sector minero peruano entre los años 2002 y 2018. Adaptado de “Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil”, por la BVL, 2022 (<https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>).

3.3 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Se entiende por datos de panel como las mediciones de una variable considerada para un mismo conjunto de N casos (empresas, individuos, países, etc.) en diferentes puntos de tiempo (T), que permiten no solo identificar sino también controlar los efectos y dinámicas a nivel individual (Petruska et al., 2021).

En la misma línea, existen diversos beneficios de usar datos de panel. En primer lugar, permite al investigador controlar algunas variables que son no observadas o medibles, incluso a aquellas variables que cambian a lo largo del tiempo, pero no los individuos. En segundo lugar, el investigador puede agregar una variable en el análisis en cualquier nivel. Aunque la recolección de datos suele ser la etapa más difícil. Por eso, el investigador utiliza datos de panel, que en realidad son la combinación de series de tiempo y datos transversales (Mughal et al., 2021).

Asimismo, según Baltagi (2005) una regresión de datos de panel es distinta a una regresión de serie de tiempo o corte transversal porque tiene subíndice doble en sus variables:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \mu_{it} + v_{it}, \quad t = 1, \dots, T; i = 1, \dots, N \quad (27)$$

Donde i denota a los individuos (empresas, individuos, países), la cual implica una dimensión transversal. Mientras que, t denota el tiempo, lo cual implica una dimensión temporal. Además, α es un escalar, β es un vector de orden $k \times 1$ y X_{it} es la i -ésima observación de k variables explicativas. Asimismo, μ_{it} denota el efecto del individuo invariable y no observable en el tiempo, v_{it} denota la perturbación restante, Y_{it} denota el i -ésimo valor de la variable dependiente. El modelo supone la independencia de X_{it} y v_{it} ; es decir, las perturbaciones son independientes entre sí (Litavcová & Chovancová, 2021).

Respecto al modelo de efectos fijos (FE), el objetivo principal del modelo es que el investigador puede analizar el impacto de las variables que cambian con el tiempo. Además, este modelo se utiliza para determinar la relación entre las variables independientes y dependientes dentro del individuo, empresa, país, etc. Asimismo, en el modelo FE, el investigador puede controlar algunas características del individuo, empresa o país, que el investigador cree que pueden afectar la relación entre las variables predictoras y de criterio. El modelo supone la existencia de una correlación entre el término de error (específico del individuo) y las variables de predicción. Además, elimina el efecto de características invariantes en el tiempo (Litavcová & Chovancová, 2021; Mughal et al., 2021).

Respecto al modelo de efectos aleatorios (RE) se supone que la variación entre individuos no guarda correlación y es aleatoria. Es decir, se supone que $\mu_{it} \sim iid(0, \sigma_u^2)$ y $v_{it} \sim iid(0, \sigma_v^2)$ no dependen entre sí, ni con la variable de predicción (los errores aleatorios del modelo son variables aleatorias independientes con una varianza constante). Asimismo, en este modelo, el investigador puede agregar variables invariantes en el tiempo, lo cual permite identificar aquellas variables que pueden estar o no correlacionadas con las variables independientes. Además, también permite a los investigadores realizar inferencias más allá de la muestra utilizada en el análisis del estudio (Litavcová & Chovancová, 2021; Mughal et al., 2021).

De acuerdo con Koroleva et al. (2021) se pueden utilizaron tres tipos de modelos analíticos de panel data para estimar los coeficientes y ver la significancia de los mismos. Dichos modelos son: (1) modelo Pool, (2) modelo de efectos fijos (FE) y (3) modelo de efectos aleatorios (RE). Donde el modelo Pool se basa en suponer que la variación transversal (entre

empresas), en cualquiera de las variables independientes, tiene las mismas implicancias sobre las variables explicativas a lo largo del tiempo. El modelo de efectos fijos se considera las diferencias entre las unidades transversales que se pueden capturar en las diferencias en el término constante y el término de intersección del modelo de regresión a medida que varían entre las unidades transversales. Por otra parte, en el modelo de efectos aleatorios, los efectos individuales se distribuyen aleatoriamente entre las unidades transversales y, para capturar los efectos individuales, el modelo de regresión se especifica con un término de intersección que representa un término constante global.

Por otro lado, La prueba de Hausman se puede realizar para probar y seleccionar entre un modelo de efectos fijos o efectos aleatorios, probando si los errores únicos están correlacionados con los regresores, lo cual permite decidir entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios. Cabe resaltar que, el objetivo básico de esta prueba es si los errores únicos (μ_{it}) están correlacionados con el predictor o no. Además, Antes de la prueba de Hausman, primero se deben ejecutar modelos aleatorios y de efectos fijos (Koroleva et al., 2021; Mughal et al., 2021).

Adicionalmente, la selección entre el modelo OLS combinado (Pooled), el modelo de efectos aleatorios (RE) y el modelo de efectos fijos (FE) no solo se debe corroborar bajo la prueba de Hausman, sino también bajo la prueba LM de Breusch-Pagan de manera complementaria (Matuszewska-Pierzynka, 2021).

Por lo tanto, para la presente investigación se plantea analizar cinco empresas (individuos), las cuales presentan mayor presencia bursátil en la Bolsa de Valores de Lima, para los trimestres comprendidos entre los años 2002 – 2018. Por lo tanto, la ecuación (27), adaptada a la investigación, se expresaría de la siguiente manera:

$$IDS_{it} = \beta_0 + \beta_1 EG_{it} + \beta_2 \ln T_{it} + \beta_3 \ln P_{it} + \beta_4 \ln AT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (28)$$

$$i = 1, \dots, 5$$

$$t = 1, \dots, 68$$

Donde:

IDS_{it} : Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial (ya se encuentra en logaritmos)

EG_{it} : Eficiencia gerencial (ROA)

$\ln T_{it}$: Logaritmo de la tecnología (Propiedad, planta y equipo)

$\ln P_{it}$: Logaritmo del nivel de producción (Ingresos derivados de las operaciones ordinarias)

$\ln AT_{it}$: Logaritmo de los activos totales

Además, la estrategia que se va a seguir para analizar la relación entre la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales de las empresas frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial es la siguiente:

Primero, se va a realizar un modelo Pooled (OLS) y observar los resultados del modelo. Donde, se va a resaltar si las variables explicativas son en; primer lugar, significativas y en; segundo lugar, si el impacto es directo frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Segundo, se va a realizar un modelo de efectos fijos y observar los resultados del modelo. Donde, se va a resaltar si las variables explicativas son en; primer lugar, significativas y en; segundo lugar, si el impacto es directo frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Tercero, se va a realizar un modelo de efectos aleatorios y observar los resultados del modelo. Donde, se va a resaltar si las variables explicativas son en; primer lugar, significativas y en; segundo lugar, si el impacto es directo frente al índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Cuarto, mediante la prueba de Hausman y, de manera complementaria, la prueba LM de Breusch-Pagan se elegirá el mejor modelo entre los modelos Pooled (OLS), efectos fijos (FE) y efectos aleatorios (RE).

Cabe resaltar que, según Koroleva et al. (2021), Matuszewska-Pierzynka (2021) y Mughal et al. (2021) el ROA es un indicador de eficiencia, la cual puede determinarse bajo la utilidad neta o la utilidad de impuestos. Entonces, de manera complementaria a la investigación se va a evaluar los efectos que provoca un ROA determinado bajo la utilidad neta y un ROA determinado bajo la utilidad de impuestos.

Es decir, se va a determinar y analizar en cada modelo (Pooled, RE y FE) un ROA determinado de distinta manera, con el fin de analizar y observar los cambios que provoca en los coeficientes y si las variables son significativas o no.

4 RESULTADOS

En esta sección se va a exponer y describir los resultados de la investigación a través del modelo Pooled (OLS), Efectos fijos y Efectos aleatorios. Después, se analizará la robustez de los modelos y se elegirá un modelo bajo el análisis de los Test. Finalmente, se contrastará los resultados obtenidos frente a las investigaciones ya realizadas.

4.1 MODELO POOLED (OLS)

La estimación mediante Data Panel Pooled (OLS) o también Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), como se muestra en la Tabla 2, las variables tecnología y activos totales resultan estadísticamente significativas con un nivel de confianza de por lo menos 95% y se relacionan de manera directa con el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Asimismo, en la Tabla 2 se muestran los resultados de la estimación Pool_1, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad neta, la tecnología presenta un valor de 50.7%; la producción, 10.2%; los activos totales, 11.9% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 13.2%.

Respecto a los resultados de la estimación Pool_2 que se muestran en la Tabla 2, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos, la tecnología presenta un valor de 48.5%; la producción, 12.1%; los activos totales, 18.3% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 10.6%.

Tabla 2: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	Pool_1	Variables	Pool_2
EG_1	0.132* (0.139)	EG_2	0.106* (0.113)
T	0.507*** (0.0128)	T	0.485*** (0.0140)
P	0.102* (0.0232)	P	0.121* (0.0221)
AT	0.119** (0.0211)	AT	0.183** (0.0219)
R - cuadrado	0.727	R - cuadrado	0.709
Observaciones	340	Observaciones	340

Nota: Se muestran los resultados de la estimación realizada en el motor Stata. La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Asimismo, los resultados fueron estimados con errores robustos.

Los estudios previos muestran que estas variables por lo menos deben cumplir con un nivel estadístico de significancia del 95%. Lo cual no ocurre en la estimación Pooled (OLS), ya que no todas cumplen con ello.

Asimismo, se evidencia que cuando las empresas mineras cumplen con el impuesto a la renta, el ROA presenta un mayor valor frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

4.2 MODELO DE EFECTOS FIJOS

La estimación mediante Efectos fijos, como se muestra en la Tabla 3, muestra que todas las variables resultan estadísticamente significativas con un nivel de confianza de por lo menos 95% y se relacionan de manera directa con el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Asimismo, en la Tabla 3 se muestran los resultados de la estimación FE_1, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad neta, la tecnología

presenta un valor de 73.9%; la producción, 14.4%; los activos totales, 26.3% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 44.9%.

Respecto a los resultados de la estimación FE_2 que se muestran en la Tabla 3, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos, la tecnología presenta un valor de 72.9%; la producción, 14.6%; los activos totales, 18.3% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 28.1%.

Tabla 3: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	FE_1	Variables	FE_2
EG_1	0.449** (0.151)	EG_2	0.281** (0.112)
T	0.739*** (0.0321)	T	0.729*** (0.0315)
P	0.144** (0.0354)	P	0.146** (0.0266)
AT	0.263** (0.0215)	AT	0.275** (0.0228)
R - cuadrado	0.706	R - cuadrado	0.688
Observaciones	340	Observaciones	340

Nota: Se muestran los resultados de la estimación realizada en el motor Stata. La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Asimismo, los resultados fueron estimados con errores robustos.

Los estudios previos muestran que estas variables por lo menos deben cumplir con un nivel estadístico de significancia del 95% y que las variables. Lo cual, como se muestra en la estimación de Efectos fijos, todas las variables de análisis cumplen con ello.

Asimismo, se evidencia que cuando las empresas mineras cumplen con el impuesto a la renta (por lo menos) el ROA presenta un mayor valor frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

4.3 MODELO DE EFECTOS ALEATORIOS

La estimación mediante Efectos aleatorios, como se muestra en la Tabla 4, muestra que todas las variables resultan estadísticamente significativas con un nivel de confianza de por lo menos 95% y se relacionan de manera directa con el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Asimismo, en la Tabla 4 se muestran los resultados de la estimación FE_1, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad neta, la tecnología presenta un valor de 73.7%; la producción, 17.2%; los activos totales, 24.9% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 53.2%.

Respecto a los resultados de la estimación FE_2 que se muestran en la Tabla 4, donde la eficiencia gerencial considera un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos, la tecnología presenta un valor de 73.3%; la producción, 17.0%; los activos totales, 25.6% y la eficiencia gerencial presenta un valor de 37.6%.

Tabla 4: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1) y la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	RE_1	Variables	RE_2
EG_1	0.532** (0.141)	EG_2	0.376** (0.106)
T	0.737*** (0.0139)	T	0.733*** (0.0137)
P	0.172** (0.0250)	P	0.170** (0.0264)
AT	0.249*** (0.0214)	AT	0.256*** (0.0227)
R - cuadrado	0.719	R - cuadrado	0.699
Observaciones	340	Observaciones	340

Nota: Se muestran los resultados de la estimación realizada en el motor Stata. La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Asimismo, los resultados fueron estimados con errores robustos.

Los estudios previos muestran que estas variables por lo menos deben cumplir con un nivel estadístico de significancia del 95% y que las variables. Lo cual, como se muestra en la estimación de Efectos aleatorios, todas las variables de análisis cumplen con ello.

Asimismo, se evidencia que cuando las empresas mineras cumplen con el impuesto a la renta (por lo menos) el ROA presenta un mayor valor frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

4.4 SELECCIÓN DE MODELO Y ANÁLISIS DE ROBUSTES

De acuerdo con Koroleva et al. (2021), Mughal et al. (2021) y Matuszewska-Pierzynka (2021) la prueba de Hausman se puede utilizar para seleccionar entre los modelos de efectos fijos o aleatorios probando mediante el análisis de si los errores únicos están correlacionados con los regresores. Es decir, los errores únicos μ_{it} están correlacionados con el predictor o no.

Además, Antes de la prueba de Hausman, primero se deben ejecutar modelos aleatorios y de efectos fijos. Adicionalmente, la selección entre el modelo OLS combinado (Pooled), el modelo de efectos aleatorios (RE) y el modelo de efectos fijos (FE) no solo se debe corroborar bajo la prueba de Hausman, sino también bajo la prueba LM de Breusch-Pagan de manera complementaria (Matuszewska-Pierzynka, 2021).

En base a lo expuesto, La prueba de Hausman que se muestra en el Anexo 9, para los modelos que consideran la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad neta, indica que el modelo de efectos aleatorios es un mejor modelo en términos de eficiencia, robustez y consistencia al explicar el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial; en contraste, con el modelo de efectos fijos, ya que se falla en rechazar la hipótesis nula de la prueba.

En la misma línea, La prueba de Hausman que se muestra en el Anexo 10, para los modelos que consideran la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos, indica el modelo de efectos aleatorios es un mejor modelo en términos de eficiencia, robustez y consistencia al explicar el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial; en contraste, con el modelo de efectos fijos, ya que se falla en rechazar la hipótesis nula de la prueba.

De manera complementaria la prueba LM de Breusch-Pagan que se muestra en el Anexo 11, para los modelos que consideran la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad neta, indica que las varianzas entre los individuos no son nulas; por ello, se rechaza la hipótesis nula del test. Por lo tanto, el modelo de efectos aleatorios es un mejor modelo para explicar el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial; en contraste, con el modelo Pooled (OLS).

De manera complementaria la prueba LM de Breusch-Pagan que se muestra en el Anexo 12, para los modelos que consideran la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos, indica que las varianzas entre los individuos no son nulas; por ello, se rechaza la hipótesis nula del test. Por lo tanto, el modelo de efectos aleatorios es un mejor modelo para explicar el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial; en contraste, con el modelo Pooled (OLS).

Por otro lado, los Anexos 3 y 4 evidencian que se obtienen los mismos resultados cuando se evalúa la robustez de los errores en el modelo Pooled (OLS), tanto cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos como cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos.

Los Anexos 5 y 6 evidencian que se obtienen los mismos resultados cuando se evalúa la robustez de los errores en el modelo de Efectos fijos, tanto cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos como cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos.

Los Anexos 7 y 8 evidencian que, los resultados son los mismos cuando se evalúa la robustez de los errores en el modelo de Efectos aleatorios, tanto cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos como cuando se considera la eficiencia gerencial bajo un ROA determinado por la utilidad antes de impuestos.

Entonces, como se expone en las investigaciones realizadas por Wang et al. (2020), Petruska et al. (2021), Litavcová y Chovancová (2021), Mughal et al. (2021), Yu et al. (2019), Lu et al. (2018) y Lai et al. (2020) el desarrollo tecnológico (en el cual se basa el enfoque Meta-

frontera) es la variable con mayor relevancia (mayor valor) para cumplir con el desarrollo sostenible, ya que permite cumplir con los ODS ya sea de manera directa o indirecta. Asimismo, el ROA es el indicador de eficiencia (por lo cual la variable es eficiencia gerencial) y en los estudios realizados contar con un alto grado de eficiencia gerencial permite gestionar de manera óptima los recursos; por tanto, dicha variable brinda información sobre la eficiencia de las empresas.

En los estudios realizados, la eficiencia gerencial resulta ser una de las más relevantes, junto a la tecnología, para lograr alcanzar un desarrollo sostenible. Por otro lado, bajo el supuesto de que la producción hace uso de energía limpia; además, los recursos e insumos utilizados en el proceso de producción se realizan de manera eficiente. Entonces, este nivel de producción se relaciona con el desarrollo sostenible y; por lo tanto, es una variable que guarda una relación directa y significa frente al desarrollo sostenible como se evidencia en los estudios realizados. Asimismo, contar con un nivel alto de activos permite a la empresa poseer una estructura de capital sólida lo cual permite a la empresa desenvolverse con un nivel de apalancamiento alto. Ello es importante para que la empresa realice inversiones y que estas se relacionan de manera directa con el desarrollo sostenible. Entonces, contar con un nivel alto de activos permite a las empresas alcanzar el desarrollo sostenible.

Respecto a la diferencia entre los valores de los modelos cuando se hace uso de un ROA determinado bajo la utilidad neta y otro, bajo la utilidad antes de impuestos. De acuerdo con, Dobson y Chakraborty (2020), Tapia-Ubeda et al. (2021), Litavcová y Chovancová (2021), y Koroleva et al. (2021) el sector minero es uno de los sectores que más impuestos tiende a pagar y los gobiernos suelen realizar actos sociales que contribuyen a cumplir con los ODS ya sea de manera directa e indirecta.

Por lo tanto, se evidencia que cuando se cumple con el pago de impuestos (por lo menos el impuesto a la renta) el ROA presenta un mayor valor frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial, ya que el nivel de impuestos que tienden a pagar las empresas es alto y, supone que, el gobierno hace un uso eficiente de dichos recursos para cumplir con actividades relacionadas a los ODS. Entonces, el ROA determinado bajo la utilidad neta presenta un mayor valor, ya que estaría cumpliendo de manera indirecta con los ODS (ello se ve reflejado en el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial)

5 CONCLUSIONES

En la presente investigación se ha evaluado si las empresas mineras peruanas se encuentran desarrollándose en un contexto de desarrollo sostenible mediante el cumplimiento de los ODS. Para ello, se ha planteado el modelamiento Meta-frontera la cual evidencia la relación que existe entre la tecnología, eficiencia gerencial, nivel de activos y producción frente a los ODS, los cuales se representan bajo el Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial. Es decir, se supone que aquellas empresas que cumplan con poseer un desarrollo tecnológico alto, una alta eficiencia gerencial, un proceso de producción limpio y óptimo, y una sólida estructura financiera (mediante los activos) estas empresas cumplen con un desarrollo sostenible. Por ello, el objetivo principal de la investigación es demostrar la relación directa y significativa de las variables explicativas frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial. De esa manera, evaluar si estas variables son determinantes para cumplir con el desarrollo sostenible de las empresas mineras peruanas. Por lo tanto, como se muestra en los resultados, la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales se relacionan de manera directa y significativa frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Asimismo, la investigación se realizó para las empresas con mayor presencia bursátil en la Bolsa de Valores de Lima y se consideró a estas empresas como una representación del sector minero peruano. Como se mostraron en los resultados y bajo el modelamiento Meta-frontera la tecnología es la principal variable para cumplir con los ODS y de esa manera cumplir con el desarrollo sostenible. Además, la variable eficiencia gerencial, determinada bajo el ROA, como se muestra en los estudios previos es la medida de la “eficiencia” en las empresas para cumplir con el desarrollo sostenible. Mientras que, la producción y los activos totales suman para que las empresas mineras peruanas se encuentren bajo un desarrollo sostenible. Por tanto, en base a los resultados, se puede decir que las empresas mostradas en la Tabla 1 invierten de manera importante en sus activos fijos, principalmente en la maquinaria y equipo (ello permite realizar un proceso de extracción más limpio y óptimo). Además, cuentan con una gerencia eficiente la cual toma decisiones que permiten hacer uso eficiente y óptimo de los recursos de la empresa. En la misma línea, poseen un proceso de extracción que optimiza el uso de los recursos e insumos. Por último, el hecho de poseer un alto nivel de activos permite que las empresas continúen realizando inversiones en

tecnología, principalmente, ya que cuentan con una estructura financiera sólida y pueden desempeñarse con un alto grado de apalancamiento.

Adicionalmente, se resalta la importancia del pago de los impuestos por parte de las empresas mineras. Esto debido a que, como se evidencia en los resultados, si las empresas mineras peruanas no pagarían el impuesto a la renta serían menos eficientes en términos de sostenibilidad. Porque las empresas mineras peruanas no tienen la facultad de influir en el desarrollo sostenible del país de manera significativa como sí lo puede hacer el gobierno (supuesto). Por lo tanto, el gobierno mediante el pago de los impuestos de las empresas mineras (es una suma alta de impuestos) realiza actividades de inversión con mayor alcance social (desarrolla bienes y servicios públicos) lo cual permiten cumplir con los ODS. Ahora bien, en esta investigación no se discute si el gobierno en efecto hace uso óptimo y eficiente de los recursos nacionales o si afecta de manera significativa al desarrollo sostenible del país. Sino que, en base a investigaciones realizadas, se supone que el gobierno cumple con una mejor gestión del monto que las empresas mineras pagan en forma de impuestos, y las actividades de inversión que realiza el gobierno, con dicho monto, cumple con los ODS de mejor manera; en contraste, de si las empresas mineras peruanas gestionaran dicho monto de impuestos.

Si bien se ha confirmado que la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales de las empresas mineras peruanas evaluadas se relacionan de manera directa y significativa frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial y; por tanto, dichas empresas se desenvuelven en un contexto de desarrollo sostenible. Esta investigación se restringe a evaluar la relación de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales de las empresas mineras peruanas frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial. Sin embargo, no analiza el impacto de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales de las empresas mineras peruanas frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial.

Por ello, se recomienda evaluar el impacto de la tecnología, eficiencia gerencial, producción y los activos totales de las empresas mineras peruanas frente al Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante un modelo de panel de datos VAR (PVAR) y de esa manera observar y medir, particularmente, como cada variable impacta en el desarrollo sostenible de las empresas mineras peruanas. Porque, de acuerdo con Habib (2022) se

emplea un modelo PVAR porque presenta ventajas sobre otros métodos, ya que permite solucionar los problemas de endogeneidad al permitir interacciones endógenas entre las variables del modelo. Además, el modelo PVAR considera la heterogeneidad no observada entre los individuos capturando los efectos individuales específicos y, también, estudia las consecuencias dinámicas de las variables a través de las funciones de impulso respuesta y la descomposición de la varianza.

6 REFERENCIAS

- Agboola, M. O., Bekun, F. V., & Joshua, U. (2021). Pathway to environmental sustainability: Nexus between economic growth, energy consumption, CO2 emission, oil rent and total natural resources rent in Saudi Arabia. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102380>
- Ahmed, R. R., Streimikiene, D., & Zheng, X. (2021). The Impact of Proactive Environmental Strategy on Competitive and Sustainable Development of Organizations. *Journal of Competitiveness*, 13(4), 5–24. <https://doi.org/10.7441/JOC.2021.04.01>
- Alves, W., Ferreira, P., & Araújo, M. (2021). Challenges and pathways for Brazilian mining sustainability. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2020.101648>
- Amoako, K. O., Lord, B. R., & Dixon, K. (2021). Narrative accounting for mining in Ghana: An old defence against a new threat? *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102439>
- Bae, H. S. (2017). The Effect of Environmental Capabilities on Environmental Strategy and Environmental Performance of Korean Exporters for Green Supply Chain Management. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 167–176. <https://doi.org/10.1016/J.AJSL.2017.09.006>
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data Third edition*. www.spss-pasw.ir
- Banco Mundial. (2021). *Diagnóstico del Sector Minero - Perú*. <https://www.bancomundial.org/es/country/peru/publication/diagnostico-del-sector-minero-peru>
- Banco Mundial. (2022). Data bank: Sustainable Development Goals (SDGs). [https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-\(sdgs\)](https://databank.worldbank.org/source/sustainable-development-goals-(sdgs))
- Bekezhanov, D., Kopbassarova, G., Rzabay, A., Kozhantayeva, Z., Nessipbayeva, I., & Aktymbayev, K. (2021). Environmental and Legal Regulation of Digitalization of Environmental Protection. *Journal of Environmental Management and Tourism*,

- 12(7), 1941–1950. [https://doi.org/10.14505/JEMT.12.7\(55\).19](https://doi.org/10.14505/JEMT.12.7(55).19)
- Bolsa de Valores de Lima (BVL). (2022). Estados Financieros de las empresas mineras con mayor presencia bursátil. <https://www.bvl.com.pe/emisores/listado-emisores>
- Bolsa de Valores de Lima (BVL). (2022). Lista diaria de acciones y valores representativos de acciones que cumplen con tener presencia bursátil. <https://www.bvl.com.pe/mercado/movimientos-diarios/presencia-bursatil>
- Cairns, R. D., & Martinet, V. (2021). Growth and long-run sustainability. *Environment and Development Economics*, 26(4), 381–402. <https://doi.org/10.1017/S1355770X20000492>
- Campello, M., & Giambona, E. (2013). Real assets and capital structure. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 48(5), 1333–1370. <https://doi.org/10.1017/S0022109013000525>
- Cheng, Z., Li, X., & Wang, M. (2021). Resource curse and green economic growth. *Resources Policy*, 74. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102325>
- Chiu, C. R., Liou, J. L., Wu, P. I., & Fang, C. L. (2012). Decomposition of the environmental inefficiency of the meta-frontier with undesirable output. *Energy Economics*, 34(5), 1392–1399. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2012.06.003>
- Chung, Y. H., Färe, R., & Grosskopf, S. (1997). Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach. *Journal of Environmental Management*, 51(3), 229–240. <https://doi.org/10.1006/JEMA.1997.0146>
- Cowling, M., & Tanewski, G. (2019). On the productive efficiency of Australian businesses: firm size and age class effects. *Small Business Economics*, 53(3), 739–752. <https://doi.org/10.1007/S11187-018-0070-0>
- Dobson, P. W., & Chakraborty, R. (2020). Strategic incentives for complementary producers to innovate for efficiency and support sustainability. *International Journal of Production Economics*, 219, 431–439. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2018.02.001>
- Du, K., Lu, H., & Yu, K. (2014). Sources of the potential CO2 emission reduction in China: A nonparametric metafrontier approach. *Applied Energy*, 115, 491–501. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2013.10.046>

- Ediriweera, A., & Wiewiora, A. (2021). Barriers and enablers of technology adoption in the mining industry. *Resources Policy*, 73.
<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102188>
- Faiteh, A., & Aasri, M. R. (2022). Citation: *Faiteh, Anouar, and Accounting Beta as an Indicator of Risk Measurement: The Case of the Casablanca Stock Exchange*.
<https://doi.org/10.3390/risks10080149>
- Fernandez, V. (2020). Innovation in the global mining sector and the case of Chile. *Resources Policy*, 68, 101690. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2020.101690>
- Fousteris, A. E., Didaskalou, E. A., Tsogas, M. M. H., & Georgakellos, D. A. (2018). The Environmental Strategy of Businesses as an Option under Recession in Greece. *Sustainability 2018, Vol. 10, Page 4399, 10(12)*, 4399.
<https://doi.org/10.3390/SU10124399>
- Gómez, F., Cerquera, Ó., & Acero, E. (2020). The environmental Kuznets curve and sustainable economic growth in Colombia. 2020.
<https://doi.org/10.19053/01203053.v40.n71.2021.11736>
- Gu, G., & Gao, T. (2021). Sustainable production of lithium salts extraction from ores in China: Cleaner production assessment. *Resources Policy*, 74.
<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102261>
- Igogo, T., Awuah-Offei, K., Newman, A., Lowder, T., & Engel-Cox, J. (2021). Integrating renewable energy into mining operations: Opportunities, challenges, and enabling approaches. *Applied Energy*, 300.
<https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2021.117375>
- Imasiku, K., & Thomas, V. M. (2020). The mining and technology industries as catalysts for sustainable energy development. *Sustainability (Switzerland)*, 12(24), 1–13.
<https://doi.org/10.3390/SU122410410>
- Jiskani, I. M., Cai, Q., Zhou, W., & Ali Shah, S. A. (2021). Green and climate-smart mining: A framework to analyze open-pit mines for cleaner mineral production. *Resources Policy*, 71, 102007. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102007>
- Johnston, R. B. (2016). Arsenic and the 2030 Agenda for sustainable development. *Arsenic*

Research and Global Sustainability - Proceedings of the 6th International Congress on Arsenic in the Environment, AS 2016, 12–14. <https://doi.org/10.1201/b20466-7>

Karakaya, E., & Nuur, C. (2018). Social sciences and the mining sector: Some insights into recent research trends. *Resources Policy*, *58*, 257–267.

<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2018.05.014>

Katsikeas, C. S., Leonidou, C. N., & Zeriti, A. (2016). Eco-friendly product development strategy: antecedents, outcomes, and contingent effects. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *44*(6), 660–684. [https://doi.org/10.1007/S11747-015-0470-](https://doi.org/10.1007/S11747-015-0470-5/TABLES/1)

[5/TABLES/1](https://doi.org/10.1007/S11747-015-0470-5/TABLES/1)

Keenan, J., Kemp, D., & Owen, J. (2019). Corporate responsibility and the social risk of new mining technologies. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, *26*(4), 752–760. <https://doi.org/10.1002/CSR.1717>

Koroleva, E., Jigeer, S., Miao, A., & Skhvediani, A. (2021). Determinants affecting profitability of state-owned commercial banks: Case study of china. *Risks*, *9*(8).

<https://doi.org/10.3390/RISKS9080150>

Kunz, N. C., Kastle, T., & Moran, C. J. (2017). Social network analysis reveals that communication gaps may prevent effective water management in the mining sector. *Journal of Cleaner Production*, *148*, 915–922.

<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.01.175>

Lai, H. pin, Huang, C. J., & Fu, T. T. (2020). Estimation of the production profile and metafrontier technology gap: a quantile approach. *Empirical Economics*, *58*(6), 2709–2731. <https://doi.org/10.1007/S00181-018-1589-2>

Leonidou, L. C., Christodoulides, P., Kyrgidou, L. P., & Palihawadana, D. (2015). Internal Drivers and Performance Consequences of Small Firm Green Business Strategy: The Moderating Role of External Forces. *Journal of Business Ethics* *2015 140:3*, *140*(3), 585–606. <https://doi.org/10.1007/S10551-015-2670-9>

Liang, L. W., Chang, H. Y., & Shao, H. L. (2018). Does sustainability make banks more cost efficient? *Global Finance Journal*, *38*, 13–23.

<https://doi.org/10.1016/J.GFJ.2018.04.005>

- Lim, S. C., Macias, A. J., & Moeller, T. (2020). Intangible assets and capital structure. *Journal of Banking and Finance*, 118.
<https://doi.org/10.1016/J.JBANKFIN.2020.105873>
- Litavcová, E., & Chovancová, J. (2021). Economic development, co2 emissions and energy use nexus-evidence from the danube region countries. *Energies*, 14(11).
<https://doi.org/10.3390/EN14113165>
- Liu, J., & Shu, C. (2020). Proactive Environmental Strategy, Corporate Venturing, and Firm Performance. *Https://Doi.Org/10.5465/AMBPP.2020.19394abstract*, 2020(1), 19394. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2020.19394ABSTRACT>
- Liu, X., Ji, Q., & Yu, J. (2021). Sustainable development goals and firm carbon emissions: Evidence from a quasi-natural experiment in China. *Energy Economics*, 103.
<https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2021.105627>
- Lu, Y. H., Chiu, Y. H., Chiu, C. R., & Wang, Y. T. (2018). Metafrontier analysis of the high-tech industry's environmental efficiency in Japan and Taiwan. *Hitotsubashi Journal of Economics*, 59(1), 9–24. <https://doi.org/10.15057/29256>
- Luthra, S., Mangla, S. K., Sarkis, J., & Tseng, M. L. (2022). Resources melioration and the circular economy: Sustainability potentials for mineral, mining and extraction sector in emerging economies. *Resources Policy*, 77.
<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2022.102652>
- Mancini, L., & Sala, S. (2018). Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. *Resources Policy*, 57, 98–111.
<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2018.02.002>
- Matuszewska-Pierzynka, A. (2021). Relationship between corporate sustainability performance and corporate financial performance: evidence from U.S. companies. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 16(4), 885–906.
<https://doi.org/10.24136/EQ.2021.033>
- McDowall, W. (2021). R&D tax credits can be a significant source of taxpayer support for fossil fuel innovation. *Environmental Research Letters*, 16(6).
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/AC0379>

- Medina, J. P. (2021). Mining development and macroeconomic spillovers in Chile. *Resources Policy*, 70, 101217. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2018.06.008>
- Mughal, Y. H., Jehangir, M., Khan, M., & Saeed, M. (2021). Nexus between corporate social responsibility and firm's performance: A panel data approach. *International Journal of Finance and Economics*, 26(2), 3173–3188. <https://doi.org/10.1002/IJFE.1956>
- Nansai, K., Kondo, Y., Giurco, D., Sussman, D., Nakajima, K., Kagawa, S., Takayanagi, W., Shigetomi, Y., & Tohno, S. (2019). Nexus between economy-wide metal inputs and the deterioration of sustainable development goals. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 12–19. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.05.017>
- Nie, X., Zhang, J., & Yang, L. (2021). Research on evolution of collaboration mechanism of stakeholders in mining enterprises' implementation of social responsibility. *RAIRO - Operations Research*, 55, S79–S95. <https://doi.org/10.1051/ro/2020028>
- Oh, D. hyun. (2010). A metafrontier approach for measuring an environmentally sensitive productivity growth index. *Energy Economics*, 32(1), 146–157. <https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2009.07.006>
- Orlov, K. P., & Orlova, V. A. (2019). Economic evaluation of innovative decisions implementation as a factor of sustainable economic and industrial development. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 10(6), 1907–1915. [https://doi.org/10.14505/JARLE.V10.6\(44\).33](https://doi.org/10.14505/JARLE.V10.6(44).33)
- Pan, C., Guo, H., Jiang, Y., Wang, H., & Qi, W. (2020). The double effects of female executives' participation on corporate sustainable competitive advantage through unethical environmental behavior and proactive environmental strategy. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2324–2337. <https://doi.org/10.1002/BSE.2505>
- Petruska, I., Chovancova, J., & Litavcova, E. (2021). Dependence of CO2 emissions on energy consumption and economic growth in the European Union: a panel threshold model. *Ekonomia i Srodowisko*, 78(3), 73–89. <https://doi.org/10.34659/2021/3/21>
- Rachidi, N. R., Nwaila, G. T., Zhang, S. E., Bourdeau, J. E., & Ghorbani, Y. (2021). Assessing cobalt supply sustainability through production forecasting and implications for green energy policies. *Resources Policy*, 74.

<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102423>

- Rudminas, L., & Baležentis, T. (2020). (Non-)convex production metafrontier for the Baltic states. *Economics and Sociology*, 13(2), 228–244.
<https://doi.org/10.14254/2071-789X.2020/13-2/15>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2002). Non-parametric tests of returns to scale. *European Journal of Operational Research*, 139(1), 115–132. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00167-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00167-9)
- Singh, R. K., Kumar, A., Garza-Reyes, J. A., & de Sá, M. M. (2020). Managing operations for circular economy in the mining sector: An analysis of barriers intensity. *Resources Policy*, 69, 101752. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2020.101752>
- Tapia-Ubeda, F. J., Isbej Muga, J. A., & Polanco-Lahoz, D. A. (2021). Greening factor framework integrating sustainability, green supply chain management, and circular economy: The Chilean case. *Sustainability (Switzerland)*, 13(24).
<https://doi.org/10.3390/SU132413575>
- Thomas, C. J., Tuyon, J., Matahir, H., & Dixit, S. (2021). The impact of sustainability practices on firm financial performance: Evidence from Malaysia. *Management and Accounting Review*, 20(3), 211–243. <https://doi.org/10.24191/mar.v20i03-09>
- Tseng, M. L., Chiu, A. S. F., Ashton, W., & Moreau, V. (2019). Sustainable management of natural resources toward sustainable development goals. *Resources, Conservation and Recycling*, 145, 419–421. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2019.03.012>
- Van Krevel, C. (2021). Does natural capital depletion hamper sustainable development? Panel data evidence. *Resources Policy*, 72, 102087.
<https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2021.102087>
- Vintró, C., Sanmiquel, L., & Freijo, M. (2014). Environmental sustainability in the mining sector: Evidence from Catalan companies. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 155–163. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2013.12.069>
- Wang, X., Lin, H., & Tian, M. (2020). Corporate Sustainability Performance of Chinese Firms: An Empirical Analysis from a Social Responsibility Perspective. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56(9), 2027–2038.

<https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1608522>

Yang, J., Cheng, J., Zou, R., & Geng, Z. (2021). Industrial SO₂ technical efficiency, reduction potential and technology heterogeneities of China's prefecture-level cities: A multi-hierarchy meta-frontier parametric approach. *Energy Economics*, 104.

<https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2021.105626>

Yu, Y., Hu, H., Zhang, Y., & Yin, Z. (2019). Metafrontier Eco-Efficiency and Its Convergence Analysis for China: A Multidimensional Heterogeneity Perspective. *Emerging Markets Finance and Trade*, 55(7), 1531–1549.

<https://doi.org/10.1080/1540496X.2018.1559142>

Yue, D., Sarkar, A., Yu, C., Qian, L., & Minjuan, Z. (2021). The Evolution of Factors Influencing Green Technological Progress in Terms of Carbon Reduction: A Spatial-Temporal Tactic Within Agriculture Industries of China. *Frontiers in Energy Research*, 9.

<https://doi.org/10.3389/FENRG.2021.661719>

7 ANEXOS

Anexo 1

Tabla 5: Lista de variables, descripción y fuente.

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	FUENTES
IDS	Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial, determinada bajo el nivel de gasto operativo, remuneraciones, valoración de la empresa y el Dow Jones Sustainability Index (DJSI).	Estados Financieros de las empresas y el S&P500 Global
EG_1	Eficiencia gerencial determinada bajo el ROA (return of assets) (utilidad neta / total de activos).	Estados Financieros de las empresas
EG_2	Eficiencia gerencial determinada bajo el ROA (return of assets) (utilidad antes de impuestos / total de activos).	Estados Financieros de las empresas
T	Tecnología determinada bajo el nivel de propiedad, planta y equipo.	Estados Financieros de las empresas
P	Producción determinada bajo el nivel de ingresos ordinarios.	Estados Financieros de las empresas
AT	Activos totales que posee la empresa.	Estados Financieros de las empresas

Nota: las variables IDS, T, P y AT se encuentran en logaritmos a la hora de realizar las estimaciones. Mientras que, la variable ROA se encuentra en %.

Anexo 2

Tabla 6: Estadísticas descriptivas

Variables	Observaciones	Media	Std. Dev.
IDS	340	14.73	1.07
EG_1	340	9.41%	3.02%
EG_2	340	13.54%	5.42%
T	340	1,541,145	2,014,953
P	340	993,595.4	1,146,664
AT	340	3,351,086	2,693,306

Nota: las variables T, P y AT se encuentran en miles de soles.

Anexo 3

Tabla 7: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).

Variables	Pool	Pool Robusto
EG_1	0.132*** (0.139)	0.132* (0.139)
T	0.507*** (0.0128)	0.507*** (0.0128)
P	0.102*** (0.0232)	0.102* (0.0232)
AT	0.119*** (0.0211)	0.119** (0.0211)
R - cuadrado	0.727	0.727
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 4

Tabla 8: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo Pooled (OLS) con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	Pool	Pool Robusto
EG_2	0.106** (0.113)	0.106* (0.113)
T	0.485*** (0.0140)	0.485*** (0.0140)
P	0.121*** (0.0221)	0.121* (0.0221)
AT	0.183*** (0.0219)	0.183** (0.0219)
R - cuadrado	0.709	0.709
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 5

Tabla 9: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).

Variables	FE	FE Robusto
EG_1	0.449*** (0.151)	0.449** (0.151)
T	0.739*** (0.0321)	0.739*** (0.0321)
P	0.144*** (0.0354)	0.144** (0.0354)
AT	0.263*** (0.0215)	0.263** (0.0215)
R - cuadrado	0.706	0.706
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 6

Tabla 10: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Fijos con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	FE	FE Robusto
EG_2	0.281*** (0.112)	0.281** (0.112)
T	0.729*** (0.0315)	0.729*** (0.0315)
P	0.146*** (0.0266)	0.146** (0.0266)
AT	0.275*** (0.0228)	0.275** (0.0228)
R - cuadrado	0.688	0.688
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 7

Tabla 11: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta (EG_1).

Variables	RE	RE Robusto
EG_1	0.532*** (0.141)	0.532** (0.141)
T	0.737*** (0.0139)	0.737*** (0.0139)
P	0.172*** (0.0250)	0.172** (0.0250)
AT	0.249*** (0.0214)	0.249*** (0.0214)
R-cuadrado	0.719	0.719
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 8

Tabla 12: Estimación del Índice de eficiencia de sostenibilidad empresarial mediante el modelo de Efectos Aleatorios con y sin errores robustos considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos (EG_2).

Variables	RE	RE Robusto
EG_2	0.376*** (0.106)	0.376** (0.106)
T	0.733*** (0.0137)	0.733*** (0.0137)
P	0.170*** (0.0264)	0.170** (0.0264)
AT	0.256*** (0.0227)	0.256*** (0.0227)
R-cuadrado	0.699	0.699
Observaciones	340	340

Nota: La desviación estándar se encuentra entre paréntesis. El nivel de significancia de los coeficientes tiene la siguiente descripción: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Anexo 9

Tabla 13: Test de Hausman (Considerando un ROA determinado bajo la utilidad neta).

Test de Hausman	H ₀ : los efectos individuales y las variables explicativas no se encuentran correlacionadas
Prob. > Chi2	0.1370

Nota: Dada la prueba estadística, se concluye que no existe relación estadísticamente significativa entre las características individuales y las variables explicativas.

Anexo 10

Tabla 14: Test de Hausman (Considerando un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos).

Test de Hausman	H ₀ : los efectos individuales y las variables explicativas no se encuentran correlacionadas
Prob. > Chi2	0.1175

Nota: Dada la prueba estadística, se concluye que no existe relación estadísticamente significativa entre las características individuales y las variables explicativas.

Anexo 11

Tabla 15: Test LM de Breusch-Pagan (Considerando un modelo con un ROA determinado bajo la utilidad neta).

Test LM de Breusch-Pagan	H ₀ : las varianzas entre individuos son cero
Prob. > Chi2	0.0000

Nota: Dada la prueba estadística, se concluye que se debe utilizar el modelo RE y no el modelo Pooled (MCO)

Anexo 12

Tabla 16: Test LM de Breusch-Pagan (Considerando un modelo con un ROA determinado bajo la utilidad antes de impuestos).

Test LM de Breusch-Pagan	H ₀ : las varianzas entre individuos son cero
Prob. > Chi2	0.0000

Nota: Dada la prueba estadística, se concluye que se debe utilizar el modelo RE y no el modelo Pooled (MCO)