

ARTICULACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE CON EL PARADIGMA DE LA ECONOMÍA CIRCULARA

Articulation of the Sustainable Development
Goals with de circular economy paradigm

Patricia Rivera Acosta

Rosa Elia Martínez Torres

Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, México

PATRICIA RIVERA ACOSTA

DOCTORA EN ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS. PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN LUIS POTOSÍ / TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO. PATRICIA.RA@SLP.TECNM.MX, VERA97829@GMAIL.COM.

ORCID: 0000-0002-8254-0005

ROSA ELIA MARTÍNEZ TORRES

CANDIDATO A DOCTORA EN GESTIÓN DE LA UNIVERSITY OF SOCIAL SCIENCES; LODZ, POLAND. PROFESOR-INVESTIGADOR DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y MECATRÓNICA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN LUIS POTOSÍ / TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO. ROSA.MT@SLP.TECNM.MX, M.ROSAELIA@GMAIL.COM.

ORCID: 0000-0001-8936-9207

RESUMEN

Con base en diversas investigaciones de las autoras en el ramo medioambiental de la Industria Minero-Metalúrgica de México, se plantea un estudio que tiene como **objetivo** describir, desde la perspectiva teórica de la Economía Circular, indicadores en función de los Objetivos de Desarrollo Sostenible: *Industria, Innovación e Infraestructura*, y *Producción y Consumo Responsable* en relación con las fases del Modelo de Economía Circular (MEC), para formular propuestas de medición de productividad en búsqueda del equilibrio económico, social y ambiental que promueve la Sustentabilidad. A partir de una **metodología** de **corte cualitativo** basada en un Estudio de Caso realizado en una unidad minera se obtienen **resultados** que permiten establecer indicadores en relación con cada fase del MEC, generando **conclusiones** que dirigen a mediciones particulares que en conjunto permitirán la obtención de valores de productividad ligados a la circularidad gestando acciones sustentables.

PALABRAS CLAVE: Economía circular, Sustentabilidad, Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ABSTRACT

*Based on diverse investigations of the authors in the environmental branch of the Mining-Metallurgic Industry of Mexico, a study is proposed that has as **objective** to describe from the theoretical perspective of the Circular Economy, indicators in function of the Objectives of Sustainable Development: *Industry, Innovation and Infrastructure and Production and Responsible Consumption* in relation to the phases of the Model of Circular Economy (MCE), to formulate proposals of measurement of productivity in search of the economic, social and environmental balance, that Sustainability promotes. From a **qualitative methodology** based on a Case Study carried out in a mining unit, **results** are obtained that allow the establishment of indicators in relation to each phase of the MCE, generating **conclusions** that lead to particular measurements that together will allow the obtaining of productivity values linked to circularity by managing sustainable actions.*

KEYWORD: *Circular economy, Sustainability, Sustainable Development Goals*

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Antecedentes de la Sostenibilidad

Para iniciar los antecedentes de la sostenibilidad, hay que mencionar la creación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (1972), donde se manifestó la necesidad de buscar un equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación del medio ambiente. En 1983-1984, la ONU y el PNUMA crean la Comisión Mundial Sobre medio ambiente y el Desarrollo, y se elabora el *Informe Brundtland* denominado Nuestro Futuro Común (1987), en el que se habla específicamente de desarrollo sostenible. Este documento se convirtió en el referente del concepto de desarrollo sostenible (Hernández, 2009). Es en este informe donde se difunde el concepto de desarrollo sostenible como “aquel que responde a las necesidades del presente de forma igualitaria, pero sin comprometer las posibilidades de sobrevivencia y prosperidad de las generaciones futuras”. Además, establece que la pobreza, la igualdad y la degradación ambiental no pueden analizarse de manera aislada y coloca a la pobreza como una de las causas y consecuencias de los problemas ambientales. Este concepto asume que los objetivos económicos, sociales y ambientales del desarrollo deben ser definidos en términos de sustentabilidad y se identifican las dimensiones del desarrollo que constituyen la sustentabilidad: económica, social y ambiental.

Es importante señalar que en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, celebrada en Nueva York en septiembre del año 2015, la Organización de Naciones Unidas (ONU) se aprobó la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual destaca como una agenda trascendental, pues afirma que “servirá como un plan de acción para que la comunidad internacional y los gobiernos nacionales promuevan la prosperidad y el bienestar común en los próximos 15 años” (p. 5). Esta agenda plantea 17 objetivos de desarrollo sostenible, con 169 metas de carácter integrado e indivisible que contemplan las dimensiones económica, social y ambiental, de dichos objetivos se mencionan los relacionados con este trabajo:

Objetivo doce: Producción y consumo responsables

Objetivo nueve: Industria, innovación e infraestructura

En este contexto, gobiernos de todo el mundo se han unido para afrontar los retos económicos, sociales y ambientales que proponen los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015), y para demandar un cambio de modelo industrial por uno sostenible y resiliente (Arroyo, 2018); de hecho, se hizo un llamado para que de la misma manera, la sociedad civil, la iniciativa privada e instituciones globales se unan y los incluyan dentro de sus esfuerzos y estrategias de negocio a través de sus acciones e iniciativas sociales, económicas y ambientales. Así, pues, podemos observar que hay una conexión directa entre los alcances del Pacto Global, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y, análogamente, con la economía circular.

Economía circular

La economía circular pretende cambiar el modelo lineal de usar y tirar por uno que se asemeje al sistema circular, que presenta el ciclo biológico en la naturaleza de manera que se optimice la utilización de los recursos y se disminuyan los residuos (Belda, 2018; Porcelli y Martínez, 2018; Arroyo, 2018).

De acuerdo con la Fundación MacArthur (2010), a nivel global la economía circular podría generar enormes oportunidades para la renovación, regeneración e innovación industrial; esto es un mayor crecimiento económico a través del PIB, ahorros en los costos de materiales y potencial creación de empleos mediante el desarrollo de la logística inversa con pequeñas y medianas empresas por medio del estímulo de mejoras con nuevas ideas para innovación y emprendimiento.

Respecto a las empresas, estas podrían reducir los costos de los insumos y generar flujos de beneficios totalmente nuevos, menor uso de materia vírgenes y un mayor uso de insumos reciclados, nueva demanda de servicios empresariales: empresas de recolección y de logística inversa, revendedores de productos y plataformas de ventas que facilitan la mayor vida útil o utilización de los productos, la fabricación de piezas y componentes, y reacondicionamiento de pro-

ductos que ofrezcan un conocimiento especializado. Asimismo, una mayor interacción y lealtad de los clientes (Fundación MacArthur, 2010; Porcelli y Martínez, 2018).

Por otra parte, el paradigma de la economía circular relacionada con la producción, gestión de residuos, como núcleo de cualquier actividad económica en el marco de la economía global a través de los ODS, implica: la reducción del consumo de materias primas, la transformación de residuos en materias primas secundarias, el fomento de altas tasas de reutilización y reciclaje, la reducción del consumo energético e hídrico, y la reducción de la contaminación que puede ocasionar un residuo (Belda, 2018; Lett, 2014; Cerda y Khalilova, 2016).

Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos en todo momento distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos. De acuerdo con la Fundación (2010), la economía circular está basada en tres principios:

1. Preservar y mejorar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables.
2. Optimizar el rendimiento de los recursos mediante circulación de los productos, componentes y materiales en uso, a su máxima utilidad en todo momento en ambos ciclos técnicos y biológicos.
3. Promover la eficacia de los sistemas detectando y eliminando del diseño los factores externos negativos.

Podemos adicionar que la economía circular es una alternativa viable, que en el ámbito empresarial ya se ha empezado a explorar en la Unión europea, de ahí que se define a partir de las siguientes características (European Environment Agency [EEA] 2016):

1. Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales.
2. Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables.

3. Reducción de emisiones.
4. Disminuir la pérdida de materiales y de los residuos.
5. Mantener el valor de productos, componentes y materiales de la economía.

En síntesis, la economía circular representa un cambio sistémico y global para generar oportunidades económicas, sociales y ambientales, esto es resiliencia y equilibrio entre las dimensiones de la sostenibilidad en un futuro cercano.

METODOLOGÍA

El método empleado en la investigación está basado en un Estudio de Caso (Yin, 1994), realizado en una unidad de análisis que pertenece al sector minero-metalúrgico de México, en la que se busca profundizar el desempeño de las acciones ambientales considerando evaluaciones a partir de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en relación, además, con los indicadores de la Economía Circular.

La Industria Minero-metalúrgica contempla unidades que de forma general se dividen en (1) **minas**, con características propias de sistemas de explotación (mina subterránea y mina a cielo abierto) y localización geográfica, y (2) **refinerías**, empresas del sector que continúan el proceso metalúrgico una vez que sale el mineral concentrado de las minas (Martínez y Rivera, 2018).

Se seleccionó una mina subterránea como la unidad de análisis que se describe, con un enfoque cualitativo y un paradigma constructivista del tipo descriptivo.

Caso de Estudio *mina subterránea*

Descripción del Problema

La Industria Minero-metalúrgica, por medio de sus procesos, tiene efectos negativos en la ecología y en las sociedades que están siendo impactadas (Martínez y Bednarek, 2018). Los problemas del tipo ambiental, debido a las malas prácticas que se han realizado dentro de este sector, son consecuencia de la inexistencia o falta de aplica-

ción de lineamientos de regulación y legislación a través del tiempo (Volke y Velasco, 2002).

La finalidad de la Sustentabilidad es garantizar el equilibrio en las dimensiones económico, social y ambiental a través de la descripción de dos Objetivos de Desarrollo Sustentable, los cuales nos permitieron evaluar cualitativamente las dimensiones social y ambiental. Por su parte, la conjugación de los ODS, con el ciclo que se plantea en la Economía Circular, nos permitió exponer indicadores para poder obtener una medida dentro de la dimensión económica.

JUSTIFICACIÓN

Este estudio se concentra en la importancia que representa la minería en el estado de Zacatecas y, en particular, como parte de la producción de plata, ya que este mineral metálico coloca a México, a nivel mundial, como el primer productor desde hace ya muchos años (SGM, 2018).

En México el tema medioambiental es un problema no transparente, las leyes mexicanas a las cuales se acogen las unidades mineras son obsoletas o bien tendenciosas a ciertos aspectos; los temas internacionales respecto al medio ambiente son integrales, abarcando rangos que se deben medir para eficientar, complementar, incluir o excluir actividades que anulen, eviten o minimicen los impactos al entorno.

La originalidad del estudio de caso radica en la conexión de tópicos medioambientales internacionales relacionando dos importantes líneas de ejecución global: la primera se basa en la descripción del tratamiento Sustentable, focalizado en observación de prácticas en donde se identifique la presencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles, y la segunda con las fases del ciclo de la Economía Circular.

Objetivo General del Estudio de Caso

El objetivo general que se persigue es: Describir el cumplimiento de dos Objetivos de Desarrollo Sostenibles: producción y consumo responsables e Industria, innovación e infraestructura, expresando

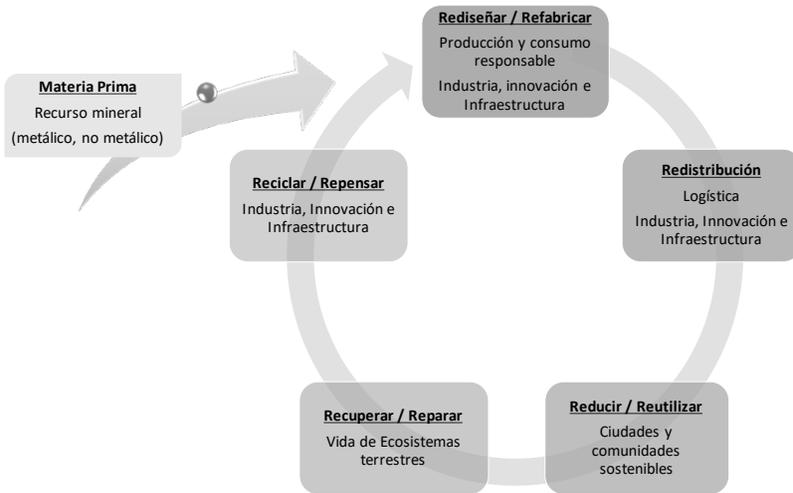
cómo se pueden alinear con los indicadores desde la perspectiva teórica de la Economía Circular en la unidad de análisis: mina subterránea del sector minero-metalúrgico de México.

Desarrollo

Se implementó una metodología sistemática para documentar el Estudio de Caso, en el cual se desarrolló el trabajo de campo que incluyó visitas a la unidad para reconocimiento y recolección de datos. Después se realizó el trabajo de gabinete, que consistió en el análisis, interpretación de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles seleccionados y la relación existente con los indicadores de Economía Circular, expresándose en función de su medición analítica.

Propuesta de integración de los ODS en el Modelo de Economía Circular

Se han propuesto cuatro ODS analizados con anterioridad y que se expresan en el siguiente modelo propuesto:



Fuente: elaboración propia con base en EEA (2020).

Figura 1. Modelo de Economía Circular en relación con los Principios Sustentables del Modelo creado para la Industria Minero-metalúrgica de México

Objetivos de Desarrollo Sostenibles a valorarse

Estos son extraídos tras un análisis concienzudo a partir de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015) que se encuentran descritos como parte de las metas que se persiguen en la “Agenda 2030”. Para fines de observación en este Estudio de Caso se consideraron dos objetivos:

Industria, innovación e infraestructura

Invertir en infraestructura, empodera a las comunidades, logra incrementos de productividad, ingresos y mejoras en resultados sanitarios y educativos. El crecimiento y urbanización genera necesidad de contar con nuevas inversiones en infraestructuras sostenibles que permiten que las ciudades sean más resistentes al cambio climático e impulsan crecimiento económico y estabilidad social.

Producción y consumo responsable

Fomentar uso eficiente de recursos y eficiencia energética, infraestructuras sostenibles y facilitar acceso a servicios básicos, empleos ecológicos y decentes, mejora calidad de vida. Aplicarlo ayuda a lograr planes de desarrollo, reduce costos económicos, ambientales y sociales, y aumenta la competitividad. Crear más y mejores cosas con menos recursos, incrementando ganancias netas mediante la reducción de utilización de recursos, degradación y contaminación, logrando mejor calidad de vida. Adopción de enfoque sistémico para lograr cooperación entre participantes: empresas, consumidores, gobierno, organismos, investigadores, científicos.

Indicadores de la Economía Circular propios para medirse

El modelo económico tradicional: extraer-producir-tirar, ha puesto al mundo en el límite de su capacidad física, por lo que otros modelos, como el propuesto en este documento, basado en la Economía Circular, se contempló como una opción viable, por lo que se observó durante el Estudio de Caso qué indicadores, según el modelo siguiente, son factibles para su medición y, por ende, cubrir las dimensiones que brindan equilibrio, como lo sugiere la teoría de Sustentabilidad.

Así, este modelo permite crear capital económico, asegurar el recurso natural (esto significa garantizar minerales para futuras generaciones) y proporcionar beneficio social. Con base en tres principios: (1) Eliminar residuos y contaminación desde el diseño. (2) Mantener productos y materiales en uso. (3) Regenerar sistemas naturales.

Con estas bases se delimitan indicadores en la mina subterránea, basados en *Circularity Indicators* de la Fundación MacArthur (2015)

Estos indicadores se sujetan a la productividad relacionada con cada fase del modelo de Economía Circular

Entrada de Materiales

Se considera el mineral (tanto metálico como no metálico) por extraer de los yacimientos, escasez de material.

Fase de Rediseñar / Refabricar

Recuperación de residuos, índice de flujo lineal (que representa la proporción de mineral utilizado desde su extracción hasta que se convierte en un residuo no recuperable); consumibles, riesgos de variación (de precio, de la cadena de suministro), uso de energía y emisiones de CO₂, reventa y extensión del periodo de uso.

Fase de Redistribución

Indicador de circularidad del material (determina la influencia del producto en su utilidad), monopolio de suministro, riesgo geopolítico, desempeño ambiental del país productor, riesgo de conflicto de la ley para minerales.

Fase de Reducir / Reutilizar

Materia prima reciclada, eficiencia del proceso de reciclaje, reciclaje baja calidad, reciclaje mayor calidad.

Fase de Recuperar / Reparar

Pérdidas materiales en la cadena de suministro, porcentaje de recolección de reciclaje, consumo compartido, toxicidad, agua, remanufactura y reacondicionamiento.

Fase de Reciclar / Repensar

Indicadores propios a medir: utilidad, enfoque integral (aprovechamiento del material natural en componentes y subcomponentes), ingresos y costos.

Contextualización de la Unidad de Análisis

La contextualización aquí presentada, emana de las observaciones del trabajo de campo en la unidad de análisis de este Estudio de Caso, una mina subterránea ubicada en el estado de Zacatecas, cuenta con concesiones mineras que ascienden a 1,500 hectáreas explotadas desde 1760 bajo la supervisión de sus hacendarios. Los permisos de operación pertenecieron a personas físicas hasta 1890. Entre 1948 y 1995, empresas extranjeras intervienen en exploración con tecnología avanzada e invirtiendo en obra minera, surgiendo problemas de los denominados “grupos radicales” encabezados por campesinos de la zona que orillan al grupo a abandonar la operación. Reinicia actividades en 1995.

La unidad es explotada y beneficiada por un corporativo canadiense desde 2016, la cual instala equipo y construye infraestructura adecuada para la extracción; este equipo proviene de otras minas cercanas. El traslado de esta infraestructura fue simultáneo a la exploración, lo que generó una expansión territorial potencial de explotación.

Su sistema de explotación en subniveles es realizado con barrenación larga, aprovechando las características del yacimiento. El sistema de beneficio es el de flotación, generando desechos que se depositan en una presa de jales ubicada en tres costados de la unidad. El personal asciende a 200 empleados, entre contratos directos e indirectos. La producción declarada de esta unidad tiene una proyección hasta el año 2021.

RESULTADOS

Se presenta la descripción de los resultados del Estudio de Caso de la unidad de análisis, **mina subterránea**, seguido del trabajo de campo y la articulación de las dos líneas orientativas bajo el funda-

mento teórico descrito de Sustentabilidad para obtener un equilibrio dimensional: ODS y EC.

En primera instancia, se realiza la descripción sobre aquello que se observa con la finalidad de analizar o evaluar si los ODS son considerados dentro de las actividades que se llevan a cabo en el sistema medioambiental de la mina subterránea:

A. *Industria, innovación e infraestructura*: actualmente, no se realizan actividades de exploración en superficie, las planillas de barrenación aperturadas no se hicieron sobre terrenos forestales. Se depende de empresas subcontratadas a las que se exige el mantenimiento del equipo en condiciones óptimas. En la unidad cada taller cuenta con planchas de concreto para realizarlo y hay fosa de captación del residuo peligroso que es almacenado de forma temporal, conforme lo dicta el procedimiento que para esta actividad tienen.

En la formación de terreros y tepetateras se escogieron áreas no protegidas para su ubicación. Se tienen jales como desecho, este es trasladado a la presa por medio de tubería de polietileno de alta densidad, su descarga se realiza mediante hidrociclones con acoplamiento termo fusionados para evitar riesgos de fuga. El diseño de la presa, que es del tipo convencional, permite utilizar el material removido del vaso como material de préstamo para la elaboración de los bordos, lo que evita impactos adicionales de sitio.

Los estudios de impacto ambiental están en orden según registros de entrega, seguimiento y evaluación de la autoridad correspondiente. En caso de impactos ambientales no medidos, se tiene un plan de emergencia avalado también por expertos y responsable técnico de la empresa.

B. *Producción y consumo responsable*: la Productividad de la unidad se mide con base en la producción de mineral extraído: mineral mineralizado y materia estéril, en relación con el suministro utilizado para ello. El material mineralizado es enviado a la planta de beneficio, mientras que el material estéril se envía a tepetateras. Al interior de la mina se refuerza la ventilación, ya que atienden actualmente proyectos de diseño y ubicación de refugios de salvamento de personal y trabajo de obra de caminos o salidas de emergencia (rampas, contrapozos).

El uso de agua y de neutralizadores de soluciones químicas en patios de lixiviación, planta de beneficio y aún en mina son bastos; algunos problemas sociales se originan a partir de este dato, ya que han sido demandados por contaminación de mantos freáticos en años próximos pasados. Cuentan con un sistema de bombeo en donde el agua utilizada al interior mina es reutilizada en superficie, puesto que no cuenta con indicadores fuera de límites permitidos de compuesto químico.

En cuanto a la calidad de aire, no hay monitoreo de gases en sitios de instalación de extractores de interior mina, así como tampoco hay dosificadores automatizados de reactivos, realizada, por ende, por los empleados de forma manual; los desechos se transportan a la presa de jales con ayuda de hidrociclones.

Respecto de los indicadores de la Economía Circular, se obtiene que, de aquellos descritos con anterioridad por fases del modelo, se promueven mediciones particulares que requieren datos históricos para poder interpretar cuantitativamente el exceso o buen uso de recursos (económicos, humanos, infraestructura, minerales), así como estar en una buena posición para realizar estudios de pronósticos que apoyen analíticamente la explotación y extracción, así como el beneficio (separación del mineral con valor del mineral inerte) de los minerales planeados y programados en función del mineral que ha sido reciclado o concentrado para volver a usarse en algún sector industrial.

Esta deducción no es, en particular, una innovación, sino hasta que se incluya en los datos aquellos que se refieren al reúso, reciclaje y rediseño; esto es un tanto complejo dentro de la unidad de análisis debido a que se considerarían, en principio, aquellos recursos como suministros, aditamentos y/o químicos necesarios en el proceso de extracción y beneficio, en donde hay uso de estos.

En cuanto al mineral, exclusivamente se consideran aquellos indicadores sujetos a la producción. Una vez que se consideren aplicaciones en las fases de *Recuperar* y de *Repensar*, entonces el mineral (recurso natural), al ingresar al proceso, debería, en teoría, reducirse o bien ampliarse en sectores que lo utilicen. Siendo, así, conclusio-

nes a las que habría que medir riesgos particulares: menos producción, innovación ante el uso, vida útil del proyecto.

Por lo tanto, en este estudio, a manera de resultado, se consideran indicadores de la Economía Circular en los Objetivos de Desarrollo Sostenible seleccionados en dos escenarios posibles: (1) por proceso o etapa de la Industria Minera, permitiendo además, un análisis más específico por fases y (2) como proveedor de un recurso natural, el cual entra en el proceso de otro sector industrial.

Tabla 1. Escenario uno

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Economía Circular	Etapa proceso Minero	Indicador propuesto
Producción y consumo responsable Industria, innovación e infraestructura	Rediseñar / Re fabricar	Explotación Beneficio Cierre	Recuperación mineral (%) Flujo lineal (%) Consumibles (%) Variación precio (%) Variación proceso (%) Consumo energía (voltaje) Variación precio reventa (%) Uso de mineral reciclado Tiempo de uso mineral reciclado
Industria, innovación e infraestructura	Redistribución	Beneficio (residuos)	Circularidad mineral (%) Recuperación jales (%) Capacidad jales (vol.) Diseño bombeos (ida/regreso)
Industria, innovación e infraestructura	Reciclar / Repensar	Beneficio (residuos) Cierre	Circularidad mineral (%) Circularidad insumos (%) Diseño bombeos (ida/regreso) Recuperación mineral (%) Calidad mineral recuperado (%ley) Utilidad de recuperación (%)

Fuente: elaboración propia (2020).

Tabla 2. Escenario dos

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Economía Circular	Indicador propuesto
Producción y consumo responsable	Materia prima Mineral	Extracción (%) Escasez (vol.) Mineral reciclado (%) Proceso reciclaje (Efic.) Calidad mineral reciclado (% ley) Cantidad de mineral conjunto (%)

Fuente: elaboración propia (2020).

CONCLUSIONES

Esta unidad de análisis es representativa de la Industria Minero-metalúrgica, pues se trata de una **mina subterránea**, la típica mina de **mineral metálico**, que tienen mayor reconocimiento por su uso y aplicación en la vida cotidiana, en este caso Plata. El trabajo de campo de este Estudio de Caso puede considerarse determinante o bien representativo del sector minero, puesto que México es el primer productor de Plata a nivel mundial, lo que significa que esta unidad participa activamente en la contribución del metal en la medición de indicadores económicos.

La unidad cuenta con capital canadiense, lo que la conduce a mantener sistemas altos de operatividad, ya que este tipo de inversionistas normalmente cotiza en la bolsa de valores. Para México representa, además, estabilidad en el sector al equilibrarse la inversión contra lo exportado como mineral concentrado.

El objetivo del estudio de caso fue cumplido, y su formato nos permitió que las observaciones realizadas fueran analizadas e interpretadas para que la descripción de resultados ofreciera información real acerca de las prácticas medioambientales y su cumplimiento normativo, el cual se percibe si dista en aspectos específicos de la finalidad global que se concentra en cada Objetivo de Desarrollo Sostenible.

Los indicadores económicos sugeridos son solo algunos que se focalizan con el fundamento de la teoría de Economía Circular, y se concentran en el material de reciclaje básicamente, es decir, existen más indicadores del tipo de productividad para conocer la rentabilidad de una unidad minera que sigue el modelo de EC.

Sobre el equilibrio dimensional, se percibe que los indicadores son necesarios para conocer si el eje económico posiciona a las unidades mineras como rentables, el eje ambiental es medido por medio de dos ODS, siendo flexible a medir el resto que, asimismo, será más *ad hoc* para evidenciar el cumplimiento del eje social.

Existe una conclusión particular por parte de las autoras que promueve una nueva línea de investigación y se refiere a aspectos legislativos, esto es, dentro de la fase de *Redistribución* de la EC se requiere medir indicadores de riesgo de transporte, ante ello, se debe verificar cláusulas que brinden información de mineral reciclado o de reuso, incluso para reprocesarlo.

REFERENCIAS

- Arroyo, F. A. (2018). La economía Circular como Factor de Desarrollo Sustentable del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 78-98.
- Belda, I. (2018). *Economía circular. Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Tébar Flores.
- Cerda, E. y Khalilova, A. (2016). *Economía circular*. Revista Economía industrial. ISSN 0422-2784, No. 401.2016 (Ejemplar dedicado a Empresa, medio ambiente y competición), págs. 11-20 <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicaciones-periodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
- European Environment Agency. (EEA). (2016). *Circular Economy in Europe Developing the Knowledge base EEA Report No. 2*.
- European Environment Agency. (EEA). (2019). *Paving the way for a circular economy: insights on status and potentials*. European Environment Agency.

- Fundación MacArthur Ellen. (2010). *La Fundación*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/fundacion-ellen-macarthur/la-fundacion#:~:text=La%20Fundaci%C3%B3n%20Ellen%20MacArthur%20fue,y%20reparadora%20desde%20el%20dise%C3%B1o>.
- Fundación MacArthur. (2015). *Circularity Indicators: An approach to Measuring Circularity. Methodology*. EMF.
- Hernández, B. (2009). *La función estratégica de la comunicación en el desarrollo sustentable. Xico, Veracruz un ejemplo de aplicación*- Tesis Doctoral. Universidad Veracruzana. México. Recuperado de: <https://www.eumed.net/tesisdoctorales/2010/tbhh/Antecedentes%20y%20perspectivas%20del%20desarrollo%20sustentable.htm>
- Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(1),1-2.
- Martínez R.E., y Rivera, P., (2018). Prácticas de Gestión Ambiental en industria minera. Caso de estudio. En B. Piasecki, A. Marja ski, y K. Safin (Eds.), *Firmy rodzinne-zarzadzanie, rozwój, przedsiebiorczosc* (pp. 439-453). Varsovia, Polonia: Wydawnictwo.
- Martínez, R.E., y Bednarek, M., (2018). Fundamentos para la construcción de Instrumento Ambiental para Industria Minero-metalúrgica. *Revista de Arquitectura y Diseño*,10-18.
- Organización de la Naciones Unidas. (ONU). (2015). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas.
- Porcelli, A. M. y Martínez A. N. (2018). Análisis Legislativo del paradigma de la economía circular. *Revista DIREITO GV*, 3(14), 1067-1105.
- SGM, (2018). *Panorama Minero del Estado de Zacatecas*. SE.
- Volke, T. y Velasco J., (2002). *Tecnologías de remediación para suelos contaminados*. INE-SEMARNAT
- Yin, R. (1994). *Case study Research. Design and Methods*. SAGE.