

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



TEMA

“APLICACIÓN DE ECONOMÍAS CIRCULARES EN MINERÍA”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR

EL GRADO ACADÉMICO

DE MAGÍSTER EN REGULACIÓN,
GESTIÓN Y ECONOMÍA MINERA.

AUTOR

LUIS PAOLO FRANCISCO MENDIOLA SOBERÓN

ASESOR:

ALFREDO JUAN CARLOS DAMMERT LIRA

Diciembre, 2019

Resumen

El desarrollo de ser humano ha sido claramente impulsado por el uso de recursos naturales, extraídos por métodos cada vez más avanzados, que permiten la elaboración de diversos productos esenciales para nuestra vida diaria (agujas para la ropa que usamos, microchips y cables para nuestras herramientas tecnológicas e inclusive herramientas para la mejora de la agricultura).

Este desarrollo, inició con la revolución industrial, generada por la aplicación de esquemas económicos lineales y apoyada por una economía de consumo que transformaba los recursos naturales en bienes de consumo, al término de la vida útil estos bienes de consumo eran desechados en grandes botaderos.

En las últimas décadas, estos conceptos han sido complementados con términos como “reduce, reutiliza, recicla”, fundiéndose en un nuevo concepto denominado “economía circular” el cuál, en pocas palabras, dispone la creación de bienes de consumo a partir de la utilización de materias primas generando cero o mínimos residuos y diseñando los mismos para un eficiente reciclaje o reutilización de estos.

La Minería, como industria motora del desarrollo humano y proveedora de materias primas no se puede mantener ajena a la aplicación de nuevas tendencias como es la economía circular es por ello, a través de la investigación realizada puedo afirmar que es posible el desarrollo del negocio sin generar residuos (relaves, desmontes, residuos sólidos, etc).

Siendo necesario para ello la inversión en tecnología e implementación, dando paso a un nuevo estilo de minería que disminuye problemas sociales derivados de la generación de residuos en el proceso productivo (neumáticos, relaves, desmontes, etc) y a la vez generando oportunidades sociales no vinculadas directamente al proceso productivo.

A futuro, es necesario enfocar el análisis económico de los proyectos de inversión en minería bajo la óptica de una gestión económica circular. A través de la cual, se genera valor transformando los residuos en materia prima para otras industrias fomentando la creación de negocios paralelos que permiten brindar una responsabilidad social efectiva con población circundante sin impacto negativo al negocio minero central.

Abstract

The development of the human race has been guided by the use of natural resources, extracted by ever more advanced methods, which have allowed the production of various products essential for our everyday lives (needles for the clothes we use, microchips and cables electricity and even tools for the improvement of agriculture).

This development had its apogee during the industrial revolution, sparked by the implementation of linear economic schemes and supported by a consumer economy that transformed natural resources into consumer goods, which at the end of their useful life were discarded in large dumps.

In the last few decades, these concepts have been complemented with terms such as “reduce, reuse, recycle”, merging into a new concept called "circular economy" which, in short, centers around the creation of consumer goods using raw materials that generate zero waste whilst also designing them for to be reused and recycled efficiently.

Mining, as a motor for human development and supplier of raw materials, cannot be kept out of the application of new trends such as the circular economy, which is why, through the research carried out, I can affirm that business development is possible without generating waste (tailings, waste rock, solid waste, etc.).

Further Investment in technology is necessary in order to transform the mining industry into one that mitigates social friction caused by the waste generated during the extraction proces (tires, tailings, dismantling, etc.) and at the same time generates social opportunities not directly linked to productive process.

In the future, it is necessary to focus the economic analysis of mining investment projects from the perspective of a circular economic management, through which value is generated by transforming waste into raw materials for other industries which in turn foments the development of parallel businesses which allow the mines to provide effective social

responsibility with the surrounding population without a negative impact to the core mining business.





A mi familia, mi gran tesoro e impulso principal.

Contenido

INTRODUCCIÓN	7
Del desarrollo humano, enfoque desde el consumo de bienes y servicios	7
Del sistema económico lineal asociado al desarrollo.....	7
Del concepto de desarrollo sostenible y su evolución	8
Un nuevo modelo económico, la Economía Circular	9
Rol del negocio minero en la economía y desarrollo	11
Objetivo de investigación:	13
Metodología y campo académico:	13
Variables:	13
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE	14
Antecedentes.....	14
Propuestas realizadas para abordar la problemática.....	16
Sobre las mejoras de proceso.....	16
Sobre la economía circular	17
Marco Teórico.....	26
CAPÍTULO II: PROBLEMA.....	26
Consecuencias del esquema económico lineal	27
Escasez generada y riqueza de residuos	28
Pasivos ambientales.....	29
Carencia y poco impulso regulatorio hacia la economía circular.....	31
CAPÍTULO III: DISCUSIÓN.....	33
Mejora de Procesos y Economía Circular	33
Escasez como motivación del cambio	34
Posibles soluciones	36
Mejora normativa.....	36
Incentivo para la generación de negocios derivados de los residuos mineros.....	38
Caso exitoso	38
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41

INTRODUCCIÓN

Del desarrollo humano, enfoque desde el consumo de bienes y servicios

Históricamente el ser humano ha utilizado recursos naturales para su desarrollo, éstos en su mayoría finitos, extraídos de la naturaleza para conformar materia prima de otra clase de productos.

Este desarrollo, apalancado principalmente por el uso de recursos naturales finitos (petróleo, metales, minerales, agua, madera, carbón, etc.) vino acompañado de la creación de un sistema económico lineal mediante el cual se toman los recursos naturales como materia prima para su transformación en bienes de consumo y residuos no aprovechados.

Esta generación de residuos no aprovechables da paso a una crisis de desechos por la inadecuada disposición de éstos generando que en la actualidad nos veamos obligados a buscar nuevas formas innovativas que apoyen nuestro continuo crecimiento y nos permitan cautelar nuestro ambiente circundante.

Es como respuesta a la necesidad de buscar nuevas formas innovativas, que nace nuestra propuesta y aporte que desarrollaremos en el presente documento.

Del sistema económico lineal asociado al desarrollo

El sistema económico lineal compuesto por la cadena de “extracción-producción-desecho”, que luego de la segunda guerra mundial y el desarrollo de la economía de consumo nos ha llevado a un elevado incremento en el consumo de bienes y consecuentemente una elevada generación de residuos derivados de la cadena antes descrita (Carlos Scheel & Eduardo Aguiñaga, 2016), no sólo del proceso de transformación de materia prima, sino también de aquellos bienes desplazados por los nuevos llegando inclusive a depositar más de 10 mil millones de toneladas de residuos a nuestro planeta haciendo imposible que éste pueda degradar o procesar estos residuos al tiempo adecuado que evite la saturación del mismo.

La inviabilidad del sistema económico lineal, basado en su insostenibilidad en el tiempo derivada principalmente en la existencia limitada de recursos naturales y elevada generación de residuos genera el inminente riesgo en el que estamos poniendo la disponibilidad de estos recursos naturales a generaciones futuras; éstas no contarán con la disponibilidad de recursos naturales con las que contamos ahora, su extracción será cada vez más onerosa y

con el ritmo actual de generación de residuos generará un daño irreparable a nuestro planeta poniendo en riesgo la propia sobrevivencia del ser humano volviéndose irreversible.

Conforme fue indicado por el Señor Jason Clay (2015), Vicepresidente de “World Wildlife Found”, en ese entonces el ser humano se encontraba consumiendo o demandando un 63% más de los recursos naturales por sobre la tasa de recuperación de los mismos (también conocida como bio remediación de los recursos naturales), es decir, bajo el actual esquema lineal de consumo y su crecimiento estamos consumiendo más de lo que el propio planeta tiene disponible en ese momento.

Jason Clay (2010) en su charla TED, sostuvo que nos encontramos en una época en la que hemos generado en el planeta una incapacidad de recuperar su estado anterior después de una crisis, es decir tras una sequía (antes comprendida como un fenómeno natural excepcional) la zona afectada no logra restituirse al estado anterior y deja de ser una sequía para convertirse en una temporada cíclica que ocurre. Actualmente, podemos evidenciar en nuestro propio país y de manera más tangible en la ciudad de Lima, como prácticamente desaparecieron las estaciones de primavera y otoño siendo reemplazadas por un verano de elevadísima temperatura y un invierno sumamente crudo, hechos nunca registrados que, en base a los últimos años, ya no son “eventos” o “fenómenos” y pasando a ser constantes y cíclicos.

Del concepto de desarrollo sostenible y su evolución

Un primer vistazo a la problemática antes descrita se desarrolló el documento llamado “Our Common Future”, también conocido con el Informe Brundtland elaborado por la ONU acuñando el término “desarrollo sostenible” o “desarrollo sustentable” (Gro Harlem Brundtland, 1987) y proponiendo un enfoque de desarrollo humano satisfaciendo sus necesidades sin comprometer o desgastar las necesidades de futuras generaciones (en algunos casos la subsistencia del ser humano).

Posteriormente en la Cumbre de Río de 1992, se logró consolidar el término desarrollo sostenible traducido en la solución a aquellos problemas que afectaban o perjudicaban las necesidades de generaciones futuras respetando los límites del medio ambiente (Aguilar, 2007).

Sin embargo, debemos de comprender que el desarrollo sostenible entendiéndose como aquel que, de manera responsable, demanda bienes de consumo en proporciones razonables al uso y enfocado en un eficiente reciclaje de los mismos para su reutilización eficiente.

Actualmente el consumo exacerbado alimentado por una necesidad, muchas veces superflua e innecesaria, ha sido el motor para que la economía lineal multiplique la generación de residuos basado principalmente en la demanda por bienes alimentada e impulsada bajo el erróneo concepto de que la alta demanda es síntoma de una economía creciente.

En dicho contexto olvidamos considerar, convenientemente, que para “satisfacer” esa demanda nos encontramos consumiendo un recurso natural de manera desproporcional a su recuperación por parte del planeta y produciendo un potencial colapso de este.

Dicha problemática afecta principalmente a los países menos desarrollados o con niveles de pobreza más altos debido que son aquellos los que necesitan explotar sus recursos naturales para llegar a un nivel de desarrollo satisfactorio. Sin embargo, el impacto generado en el medio ambiente potencialmente afecta a todos los países sin excepción motivo más que suficiente para que todas las naciones del planeta se esfuercen por proveer una solución definitiva a la problemática ambiental (Herrán, 2012).

La principal conclusión a la que llegó el Informe Bruntland y posteriores realizados es la necesidad de variar las políticas de desarrollo económico para evitar estancamientos económicos o trabas a las grandes industrias satisfaciendo las necesidades actuales del ser humano y permitiendo una adecuada bio remediación del medio ambiente asegurando que futuras generaciones puedan disfrutar del planeta en el que vivimos de igual o mejor manera que nosotros.

Un nuevo modelo económico, la Economía Circular

La necesidad de variar el modelo económico derivada de la problemática antes descrita, generó un paradigma entre las economías clásicas lineales (también denominadas marrones) que traen consigo marginación social y el potencial agotamiento de recursos naturales (Herrán, 2012); sin embargo la variación de las mismas enfocadas en reactivar la economía mundial, generar nuevos empleos, proteger grupos sensibles, promover el crecimiento sustentable reduciendo la dependencia del carbono y degradación de los ecosistemas es el nuevo norte de ésta corriente de sistemas económicos verdes, desarrollo sostenible o también denominado economías circulares (Roa y Rodríguez, 2012).

Es en esta línea de ideas, que también se gestó el concepto de economías circulares como el desarrollo de esquemas productivos sin residuos aplicando innovación, actualmente a las denominadas tres “R” (reduce, reutiliza y recicla) se les han sumado “rechazar” y “reparar” como una clara necesidad de evitar la generación de mayores desperdicios.

La economía circular es una filosofía centrada en los seres vivos (Balboa y Somonte, 2014), procurando el desarrollo de productos sin generar desechos, mediante incentivos económicos que motiven a la creación de productos que sean fáciles de recoger, reutilizar, reparar, etc (Caicedo, 2017). Este desarrollo económico posee tres principios centrados en (i) Capital Natural, entendido como el uso equilibrado de los recursos renovables, (ii) optimizar el uso de los recursos, utilizando los mismos la mayor cantidad de veces maximizando su índice de utilidad y (iii) Publicitar los exitosos resultados, patentando las iniciativas (Alier, 2013)

Como bien hemos mencionado, la Economía Circular es parte de las denominadas Economías verdes que tienen por objetivo el adecuado desarrollo humano en respeto del medio ambiente. Los principales beneficios que se obtiene de la aplicación de estos modelos económicos se centran en: (i) la reutilización de grandes cantidades de recursos naturales no renovables, (ii) generación de productos con materiales bio degradables (como empaques verdes biodegradables para productos de consumo final), (iii) energías renovables y (iv) sistemas eficientes para reducir el uso de energía obteniendo los mismos resultados (Olórtegui; S.F.)

No es posible un desarrollo humano sin industria, principalmente la minería que proporciona materia prima, ¿pero es posible una minería sin residuos aplicando un modelo de economía circular que no sólo permita un modelo eco amigable sino a su vez económicamente sustentable permitiendo que accionistas, inversionistas y directivos tengan una doble motivación para lograr implantar modelos de economía circular?

Otros mercados de bienes de consumo han adoptado iniciativas de economía circular financiando investigaciones que han acreditado en muchos casos que la inversión en eco diseños y sostenibilidad se traduce en un aseguramiento de la disponibilidad de su materia prima. Por ejemplo la empresa de chocolate americana “Mars” ha aplicado un modelo de sustentabilidad mediante el estudio de las cosechas de cacao juntamente con IBM y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, llegando a la conclusión de que en una plantación promedio el 20% de las plantas producen más del 80% de la producción total, analizando el genotipo de éstas plantas identificaron los requisitos que permiten a las plantaciones desarrollar ese nivel de producción, permitiendo que con el 30% de éstas obtengan mayor materia prima que antes teniendo tierra disponible para otra clase de plantaciones produciendo más con menos insumo (tierra agrícola) dando sus primeros pasos en economía circular.

En el presente documento desarrollaremos como la aplicación de economías circulares o cuando menos sus principales conceptos en el negocio minero, pueden generar más y mayores beneficios además de una sana práctica ambiental.

Rol del negocio minero en la economía y desarrollo

La minería, como fuente principal de materia prima para la generación de bienes, no puede mantenerse ajena a esta problemática en cuanto le compete. No basta con adoptar medidas de manejo, gestión, control, remediación o compensación de impactos ambientales sino también es necesario y crucial maximizar la producción y utilidad de los recursos extraídos de manera integral.

El costo de los minerales, al igual que el de muchos otros bienes en el mercado actual, no representa su real costo, por cuánto no se han contemplado las externalidades derivadas de los costos ambientales tales como el costo de los árboles que procesan el CO₂ producido por las maquinarias o aquel costo asociado al valor de uso del agua o tampoco el derivado de la sobre explotación realizada que se traduce en más del 60% por encima de la tasa de bio remediación.

El desarrollo del negocio minero ha estado basado principalmente en únicamente la extracción del metal o mineral deseado para atender una demanda específica del ser humano; en dicho proceso se genera una gran cantidad de residuos o material inerte no económicamente aprovechable que se apila o acumula en espacios determinados para su encapsulamiento, estabilización y revegetación.

El manejo de estos residuos no sólo requiere de espacios físicos sino también, es acompañado por tratamiento especiales para su disposición. Sin embargo, ello no aborda realmente la problemática por cuánto sólo se limita a disponer los residuos adecuadamente para que su impacto sea controlado (encapsulado, enterrado y dejado para su descomposición en el tiempo).

¿Es realmente la solución encapsularlo, controlar su impacto y esperar que la naturaleza lo descomponga? Actualmente estos residuos generan crisis y conflicto, siendo los desechos o la contaminación ambiental uno de los principales motivos de conflicto social en el negocio minero.

Considero que la forma de gestión de residuos actual debe ser visualizada como una oportunidad para el desarrollo de formas innovativas que no sólo nos permita transformarlos en materia prima de manera económicamente viable sino también evitar los elevados costos de su adecuada disposición bajo el esquema actual.

La concepción clásica genera que se comprenda al negocio minero como aquel que pese a ser necesario, genera una gran cantidad de residuos cuyo costo no sólo es económico, sino

social y ambiental; degradando así la imagen de la minería, concibiéndola como depredativa, cuando no es la causante del deterioro ambiental sino la demanda exacerbada por los recursos naturales que ésta produce.

El esquema tradicional para la evaluación económica de un proyecto minero contempla como costos hundidos o irre recuperables a la disposición de material inerte como relave y desmonte, así como también el pago realizado a entidades autorizadas para la disposición y manejo de residuos industriales tales como neumáticos y aceites.

La gestión de residuos en la industria minera es uno de los principales problemas, debido principalmente a que generan doble costo, el primero asociado al manejo y disposición y un segundo costo no cuantificable que es el deterioro ambiental asociado a su generación, manejo o disposición.

Actualmente en el Perú, existe la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos – Decreto Legislativo N° 1278 y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, la cual determina y fija las obligaciones mínimas que deberán ser cumplidas por parte del generador de residuos (en nuestro caso, el Titular Minero) que se representan altos costos al proceso productivo.

Nos enfocaremos en evaluar la eficacia y eficiencia, no sólo en términos ambientales sino también en términos económicos y legales, de la aplicación de esquemas de economía circular en el negocio minero abordando dos potenciales aristas del mismo que principalmente son los causantes de sus elevados costos (i) manejo de residuos peligrosos, puntualmente neumáticos de caucho debido a su elevado costo de reciclaje y disposición; y (ii) cierre de componentes principales (presas de relave, depósitos de desmonte y tajos abiertos) debido a los altos costos de infraestructura, manejo ambiental y potencial utilización o reutilización como materias primas para otros sectores o el mismo

La implementación de conceptos de economía circular tiene como pieza fundamental a la innovación, que permitirá identificar usos alternativos para estos materiales en otros sectores económicos tales como agricultura, industria, construcción, entre otros, analizando el marco legal nacional e internacional que sumado con los convenios internacionales marcan la pauta y limitaciones para su viabilidad.

En el presente artículo desarrollaremos (i) la aplicación de economías circulares en la minería permitiendo que en el reciclaje y reutilización de neumáticos de caucho para que se genere incentivos económicos; (ii) Que la evaluación económica de proyectos mineros implementando inversiones innovativas para economías circulares; y (iii) aplicación de

economías circulares y generación de comercios alternos como responsabilidad social empresarial.

Objetivo de investigación:

- Analizar las alternativas técnicas que permitan concretar una economía circular mediante la transformación de residuos mineros, convirtiéndolos en materia prima para otros usos alternos juntamente con modificaciones normativas que, además de cautelar el medio ambiente, otorguen el dinamismo que el sector requiere permitiendo mejorar la imagen de la minera.
- Generar propuestas normativas que permitan mejorar el desarrollo del sector e inclusive premiar las iniciativas verdes de alto impacto de las empresas mineras enrumbando hacia una economía circular autosostenible y amigable con el medio ambiente.
- Promover una minería sin residuos y cuyos productos sean aplicables en diversos sectores.

Metodología y campo académico:

La metodología para aplicar será mixta tanto cuantitativa (económica) como cualitativa (minimizando el impacto ambiental) aplicando análisis financiero y teórico de matrices que permitirá validar como la inversión necesaria para llegar a esta meta genera un rédito económico mayor un aumento sustancial de la percepción positiva a la minería.

Variables:

Tenemos como principales variables las siguientes:

- ✓ Uso y reúso de los materiales (economía circular): En esta variable analizaremos a profundidad las posibilidades técnicas con miras a otorgarle un nuevo uso a los desechos mediante la transformación del mismo en materias primas.
- ✓ Innovación vinculada al enfoque de economía circular (económica, financiera, administrativa): Mediante el ejercicio innovador y creativo de personas conocedores del proceso.
- ✓ Derecho comparado en función al contexto (tipo de yacimiento y normativa). La legislación brasilera logró extraer un producto del campo normativo minero para

adecuarlo y aplicarlo en el campo normativo agrícola cuya reglamentación es diferenciada y permite mayor flexibilidad en su utilización.

- ✓ Estandarización y manejo del Instrumento de Gestión Ambiental (PAMA, EIAAd, EIAAsd, Estudio ambiental integrado): La problemática existente, debido en parte por las innovaciones normativas en el tiempo, genera que muchas empresas mineras cuenten con instrumentos de gestión ambiental desfasados y con vacíos de información frente a los estándares actuales hecho que genera un inconveniente hacia las entidades fiscalizadoras y aquellas que autorizaron su funcionamiento debido a que estos vacíos de información no permitirían un adecuada supervisión, fiscalización ni adecuada defensa ante potenciales impactos.
- ✓ Cambio regulatorio (propuesta de solución): Es necesario, luego de más de 26 años de regulación minera en materia ambiental, que se otorguen un conjunto regulatorio que permita a las operaciones mineras con instrumentos de gestión ambiental incompletos bajo estándares actuales, implementar los mismos sin que suponga un problema en su operación ni mayores inversiones (salvo con compromisos de inversión en casos específicos).

Asimismo, es necesario también que se aclaren las reglas de aplicación para la desclasificación de residuos tóxicos, su reutilización en otros sectores y las facilidades tributarias, fiscales o incentivos que se pueda generar para aquellas industrias que implementen economías circulares.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE

Antecedentes

Desde el inicio de la explotación de minerales se tenía la concepción de un esquema de consumo lineal de bienes, es decir extracción, transformación, consumo y desecho sin que esto genere mayor perjuicio debido a que se realizaba de manera racional a las necesidades; es innegable considerar que los productos al inicio de la era industrial tenían una mayor duración y costo elevado que en la actualidad.

Luego de la segunda guerra mundial, con muchos países (victoriosos y perdidos) inmersos en una depresión económica que se toma la determinación de impulsar el consumo, creando mayores necesidades en el consumidor de manera que deseché en menor tiempo los bienes promoviendo su recambio en el corto plazo.

Desde moda, hasta equipos electrónicos fuimos inculcados a través de publicidad y esquemas de marketing para generar en el consumidor final la necesidad de cambiar, adquirir y desechar con mayor rapidez los bienes que necesario o no posee. Este incremento de consumo genera que se explote la extracción de materias primas a mucho mayor ritmo del que pueden ser renovadas naturalmente y con una industria de reciclaje que no es capaz por sus elevados costos y tiempos suplir parte de la demanda da como resultado un esquema económico insostenible.

La insostenibilidad antes indicada evidencia el verdadero problema de la aplicación del esquema económico lineal que se traduce en la carencia de un diseño sustentable y sistémico de crecimiento que permita recuperar el daño ambiental y social para mejorar la calidad de vida de la población mundial y crecer económicamente.

Ante ello el ser humano, muchas veces de manera egoísta o sesgada, procura arribar a soluciones o alternativas enfocadas sólo desde el punto de vista de priorizar la producción antes que el ambiente llegando a varias “soluciones” que sólo se enfocaban en eficiencia o una mal llamada tecnología verde, las que considero no son malas, pero no representan el real esfuerzo del ser humano por resolver el problema.

Es importante señalar que en el marco normativo peruano, no existe una regulación que propiamente impulse o regule los esquemas de economía circular, ello en virtud de que nos encontramos de economía de mercado que fuerza a cada industria a desarrollar los mecanismos que estime convenientes para maximizar sus ingresos.

Por ejemplo, en nuestro país evidenciamos presencia de recicladores o ropavejeros que no son más que eslabones añadidos a una economía lineal que si los vemos como un todo generan esquemas circulares (no intencionalmente) enfocados en desarrollar actividades económicas sobre los residuos domésticos o industriales de terceros.

Estas actividades (recicladores o ropavejeros) no sólo no se encuentran reguladas, mucho menos tributables, sino que son parte del recurso popular de la población enfocado a generar una actividad rentable. El caso de los ropavejeros, utilizaban el trueque para proveer de diversos bienes a personas a cambio de bienes en desuso, posteriormente estos bienes en desuso eran reparados y revendidos a terceros con leves mejoras y así dándoles una nueva vida a éstos.

En el caso de los recicladores, de manera informal, se dedican a retribuir de los residuos domésticos aquellos desechos con potencial reciclable para su posterior venta por peso a algún postor con la capacidad de fundir (metales, vidrios o plásticos) para su reuso.

Nuestro país con estos pequeños ejemplos y algunos productos del ingenio y criollismo generaba esquemas circulares, con actividades separadas, pero con el único fin de otorgarle una vida adicional a aquellos bienes que se creía en desuso por otros. Lamentablemente esta actividad nunca fue promovida o regulada, salvo con el ingreso de la Ley General de Residuos Sólidos, modificatorias y reglamentos pero sin otorgar un dinamismo claro que permita a los residuos domésticos, industriales, mineros y en general ser parte de un esquema circular.

Propuestas realizadas para abordar la problemática

Sobre las mejoras de proceso

Algunas respuestas esbozadas a este problema, radicaron en la mejora de procesos, haciendo los mismos más “ecofriendly” o “verdes”, pretendiendo que con ello se revierta el daño ambiental o se mejore la tasa de bio remediación de los recursos naturales, a la fecha se viene aplicando en minería esta llamada mejora de procesos enfocada principalmente en sistema de re circulamiento de aguas dentro del mismo proceso ,que son eficientes, sin embargo no evitan o mejoran el recurso hídrico, sólo se limitan a evitar verter o usar el recurso hídrico disponible en la naturaleza.

Sin embargo, creo que es importante tener en consideración y resaltar que la mejora de procesos va enfocada en mejorar la eficiencia del proceso, generando con los mismos o menos recursos mayor o igual producción, sin embargo, no podemos comprender la misma como una medida que mitigaría los efectos ambientales generados.

En definitiva, esta mejora de procesos causa un efecto sumamente positivo en el medio ambiente circundante porque hace más eficiente las actividades de una empresa, sin embargo, debemos tener en consideración que bajo el ritmo de consumo actual, considero que desafortunadamente deviene en insuficiente.

Una industria con mejora de procesos continua, como es la minería, hace más eficiente cada uno de sus procesos con el objetivo de mitigar o reducir el potencial impacto que se generaría, pero la pregunta que nos avoca es ¿si realmente este gran esfuerzo realizado es suficiente?, no desde la perspectiva del impacto directo o indirecto que pueda causar la industria minera sino desde la perspectiva del estado actual del medio ambiente.

Como he sostenido y reitero no es el mayor esfuerzo del ser humano por resolver esta problemática e, irónicamente es lo que hemos venido realizando hasta la fecha sin posibilidad o evidencia de cambio, en palabras del icónico Albert Einstein “si buscas resultados distintos,

no hagas siempre lo mismo” es nuestra responsabilidad buscar alternativas diferentes siendo este documento un intento de ello.

Sobre la economía circular

Conforme hemos determinado anteriormente tanto la minería como otras industrias son necesarias para el desarrollo humano actual, éste desarrollo generará residuos siendo esto una realidad universal y necesaria, no nos equivoquemos o condenemos a las industrias por la generación de residuos, sino por el contrario abordemos una solución diferente que permita continuar con el proceso productivo y a la vez mitigue la generación de residuos.

Ya hemos comprendido que el esquema lineal y sus estrategias de mejora de procesos (más limpios, más eficientes) no se traducen en: (i) extender el ciclo de vida de los productos y (ii) ecoeficiencia dirigida a un reciclaje económico y viable; sino por el contrario en controlar las emisiones y vertimientos o evitar aumentar la generación de residuos.

Como fue mencionado por Lacy P & Rutqvist J (2015) si continúa el ritmo actual de crecimiento y sólo aplicamos cambios tecnológicos (mejoras de eficiencia) el abuso a nuestros recursos naturales para el 2030 será equivalente a un 15% y para el 2050 un 75% en los escenarios más optimistas.

La aseveración antes mencionada nos permite entender que pese a los mejores esfuerzos que se vienen realizando en los últimos años en cuánto a la reducción de emisiones, que en realidad sólo se traducen en mayores controles, no nos encontramos resolviendo el problema real ya que continuamos aplicando esquemas de economía lineal bajo un elevado nivel de consumo produciendo consecuentes elevados niveles de residuos.

Lo anterior, concebido económicamente como la crisis del modelo económico capitalista de occidente que requiere una inminente reestructuración obedeciendo más a modelos de economía circular y disminución del consumismo viene siendo sostenido por economistas de renombre como Stiglitz, filósofos como Capra y diversos pensadores sistémicos que evidenciaron el problema y lo abordaron de manera responsable.

La Economía Circular, el modelo más emergente de las denominadas Economías Verdes, se contrapone con el modelo económico lineal clásico de producción, consumo, producto y generación de residuos sin posibilidad de ser reutilizados convirtiéndose en contaminación directa al medio ambiente por su disposición, más aún teniendo en cuenta que el ritmo actual

de producción y descarta ha crecido vertiginosamente derivado de los crecientes desarrollos económicos sobre explotando los recursos naturales (MacArthur, 2013)

Es a raíz de este esquema lineal que, se comienzan a evidenciar los cambios en el medio ambiente y generan la necesidad humana de estudiarlo, conocerlo y evitarlo para asegurar no sólo la disponibilidad de los recursos naturales, sino la mera existencia y continuidad de la vida humana tal y como la conocemos.

La polaridad ambiental que estamos experimentando, en las que algunas zonas se inundan, mientras en otras se manifiesta una sequía extintiva, terremotos y huracanas en regiones donde nunca ocurrían estos fenómenos, con una clara llamada de atención requiriendo la necesidad de adoptar modelos o esquemas económicos diferentes que promuevan un equilibrio de la bio remediación de nuestro planeta y la demanda de bienes alineada al consumo de los mismos.

Respecto a este concepto de desarrollo sostenible, coincidimos con lo expresado por el autor Roberto Bermejo Gómez de Segura (2014) referente a la definición de desarrollo sostenible contemplada por Gro Harlem Brundtland en su informe:

“... Esta interpretación es tridimensional. Aglutina la dimensión económica y la social en el concepto de desarrollo y la tercera es la sostenibilidad. ...”.

De esta manera podemos y debemos comprender realmente que el avance generado con el Informe de Brundtland no sólo radica en un concepto ligero, sino por el contrario asocia tres grandes dimensiones del ser humano (i) economía, (ii) sociedad y (iii) sostenibilidad sin contraponer una sobre otra sino generando que entre las tres se complementen profundamente en pro de un futuro mejor.

Sin embargo, luego de la postulación de Desarrollo Sostenible realizado por Gro Harlem Brundtland en su documento “Our Common Future” el concepto de desarrollo sostenible fue utilizado e interpretado por diversos actores en pro de su propio beneficio apartándose de la idea original y centrándose en una aplicación que no perjudique sus propios intereses.

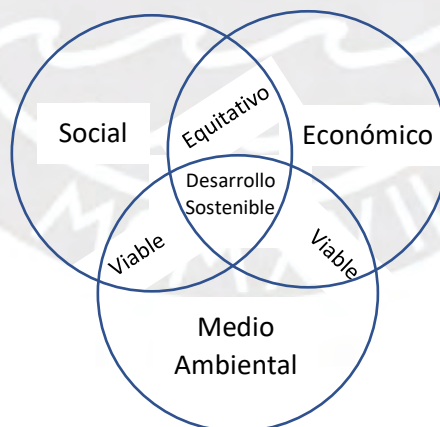
Es de esta manera cómo en posteriores desarrollos y por muchos años aún se continuó desarrollando un modelo económico lineal centrado en el consumismo y deprendando los recursos naturales teniendo por objetivo que se consuman mayor cantidad de bienes y servicios generando elevados ritmos de producción y demanda de minerales para ello sin considerar medidas que permitan su reciclaje o reutilización, mucho menos la sostenibilidad del planeta.

En los últimos años, se retomó una conciencia aparente dándole mayor importancia a conceptos de desarrollo sustentable, teniendo por abanderada a la generación de economías circulares como modelos económicos que permitirían detener el proceso de insostenibilidad y desintegración social previsto en su momento por Gro Harlem Brundtland y su equipo de trabajo muchos años atrás.

Más que un modelo económico la “Economía Circular” constituye, como bien fue mencionado en su momento por sus principales defensores, en una filosofía del diseño que permite repensar nuestra economía futura mediante la cual los bienes y residuos actuales serían las fuentes de materia prima para los bienes futuros, generando un círculo vicioso perfecto que asegure nuestro desarrollo en el marco de un plante de recursos limitados. (The Ellen Macarthur Foundation, Journal of Industrial Ecology, 2013)

Dentro de la economía circular encontramos conceptos como “ecodiseño”, entendiendo el mismo como una herramienta que permite alterar el modelo consumista lineal por uno circular que permitiría una generación económica sustentable, en la siguiente figura presentada por Catalina Balboa y Manuel Domínguez en su publicación denominada “Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3” (Balboa y Domínguez; 2013).

Gráfico N°1: Diagrama Economía Circular



Fuente: Elaboración propia, editado de Balboa y Domínguez 2013

El enfoque social del desarrollo sostenible nos muestra el entorno humano y rol de éste en el desarrollo sostenible, representado principalmente por las comunidades humanas y la

interrelación de éstos con su entorno. Asimismo, la vertiente económica del desarrollo sostenible se centra en las relaciones pecuniarias que se desarrollan entre los seres humanos, sus grupos y la interrelación entre todos ellos con valores económicos, centrándose en la valorización o cuantificación de las acciones.

Mientras que el componente medio ambiental del desarrollo sostenible se traduce en el entorno natural en el cuál se desarrolla toda la vida humana, es importante comprender que no sólo se refiere a ecosistemas naturales sino también al ecosistema que se genera en las ciudades por la interrelación de las personas, sus actividades económicas y la sociedad en general.

Podemos evidenciar que la intersección Medio Ambiental y Social da un entorno viable, pero no necesariamente económico (puede generar detrimento en el desarrollo económico; mientras que la intersección de lo Económico con lo Medio Ambiental también es viable más no equitativa debido a que excluye a lo social generando así que el respeto al medio ambiente enfocado económicamente se pueda traducir en perjuicio de terceros como por ejemplo cuando para dar cumplimiento a estándares ambientales de un determinado país de consumo las industrias trasladan sus plantas de producción a países con menores estándares perjudicando a los ciudadanos de dicho país.

Sin embargo, es en la intersección de los tres ámbitos del desarrollo humano que se gesta el desarrollo sostenible postulando un desarrollo económico que engrana lo social, económico y medio ambiental con miras a un desarrollo humano integral.

Continuando con esta corriente de pensamiento, se desarrolló el concepto de un “Crecimiento Verde” a raíz de una aparente pérdida de puntos en el PBI derivado del cambio climático para algunos países, ello a raíz que el cambio climático impacta el crecimiento económico de un país alterando sus recursos naturales o generando desastres que golpeen su economía de manera sustancial.

Es a raíz del impacto económico del cambio climático que el crecimiento verde toma fuerza uniendo dos criterios que se pensaban alejados como la ecología y la economía, que en palabras de Ede Jorge Ijjasz-Vásquez director del departamento de desarrollo sostenible de la región Latinoamérica y el Caribe del Banco Mundial, su combinación generaría competitividad a países generando eficiencia en el uso de materias primas estando mejores preparados a desastres naturales.

Asimismo, debemos de comprender que la implementación de los conceptos antes mencionados y el crecimiento verde, no son de fácil ni rápida aplicación ya que requiere que los líderes de cada país contemplen visiones transversales aunando esfuerzos ambientales

y tecnológicos para que en conjunto se obtengan resultados, comprendiendo que como principal costo económico que se tiene es el tiempo señalado adecuadamente en el artículo “Logística Verde y Economía Circular” (Juan Carlos Nava Chacin & Yoleida Josefina Abreu Quintero, 2015).

Como hemos señalado anteriormente, para la aplicación de estos modelos un actor muy importante son los líderes estatales quienes promoviendo una economía circular pueden lograr el uso eficiente de sus recursos naturales y frenar la insostenibilidad a la que los esquemas actuales nos están dirigiendo. Estos recursos naturales son el real motor de la economía y a la vez lo que en muchos casos le resta desarrollo a un país considerando que su depredación generará mayor ingreso de dinero.

Ejemplos exitosos de aplicación de economías circulares como mecanismos para lograr una adecuada tasa de bio remediación de los recursos naturales los encontramos principalmente en la rama industrial enfocados en las principales áreas de consumo. Un ejemplo de ellos lo tenemos en los desarrollos de economía circular que se encuentra desarrollando World Wide Found juntamente con un gran número de empresas productoras de bienes de consumo en los principales bienes (carne, leche, lacteos, aceites, etc) en las cuáles se han logrado implementar los siguientes programas:

- a) Como hemos mencionado, la inversión en investigación desarrollo realizada por chocolates Mars les ha permitido asegurar la disponibilidad de su materia prima (chocolate) y a la vez optimizar el uso de la tierra agrícola como recurso natural maximizando, sin el uso de químicos, la producción minimizando el uso de otros recursos naturales como agua requiriendo que sus proveedores obtengan una certificación que acredite el uso razonable de la planta e inclusive la utilización del íntegro de la misma utilizando la cáscara de cacao como fuente de nutrientes para el suelo convirtiendo lo que antes era residuo en un insumo maximizando su producción a la vez.
- b) La empresa Cargill, productora de aceite de palma, mediante la aplicación de principios de economía circular y estudios científicos ha demostrado e iniciado un plan de reforestación en áreas depredadas debido a que la producción proveniente de áreas con suelos degradados, promoviendo inclusive que sus proveedores utilicen plantas de palma cultivadas en suelos degradados por su mayor productividad generando que las tierras agrícolas degradadas (residuo) tomen valor por su potencial efecto en la productividad de la planta.
- c) La empresa CocaCola, por ejemplo recientemente suscribió contratos con empresas de Turquía para proveer de jugos al mercado europeo y en el precio que se está

pagando por el mismo incluyen el costo correspondiente a los árboles requeridos para procesar el CO₂ producido para enviar el insumo de Turquía a Europa, Si bien es cierto, es difícil identificar la aplicación de un esquema circular en ésta operación, debemos recordar que la economía circular es una respuesta a sustentabilidad de los negocios y CocaCola al incluir dentro de los mismos el costo de la bioremediación del CO₂ lo está realizando.

- d) Una empresa minera extranjera, operando en Brasil un yacimiento minero tipo MVT (Mississippi Valley Type), entendiéndose como un depósito epigenético compuesto por carbonatos con predominancia de esfalerita, galena y sulfuros que corresponden al 27% del total de yacimientos polimetálicos de plomo y zinc en el mundo (Tikkanen, 1986). Ésta empresa minera aplicando un modelo de economía circular hizo de su relave un producto comercializable desarrollado en su planta concentradora con potenciales usos en el sector agrario mediante la neutralización de suelos ácidos (corrector de suelos) maximizando sus ingresos no sólo por la venta de concentrados o refinados sino también por los subproductos generados desde el relave y desmonte con el objetivo de minimizar el impacto de la propia operación minera en concordancia con una política corporativa ambientalmente sostenible.

En el caso peruano, los recursos naturales son patrimonio de la nación y el estado es soberano en su aprovechamiento (Constitución Política del Perú; 1993; artículo 66), esto significa que es el estado quien debe determinar a través de políticas un uso eficiente de sus recursos naturales para no perjudicar el desarrollo económico ni el medio ambiente, difícil tarea (Ref: Crecimiento verde).

Es así, que de conformidad con lo indicado por Martín Belaúnde Moreyra hace necesario comprender no sólo la trascendencia de la industria minera en la vida humana sino su importante rol en el desarrollo económico de ésta, para ello es innegable que comprendamos una verdad tautológica “el desarrollo humano necesita a la minería”, comprobada por el pasar de los años con la constante e inseparable presencia de la minería en la historia del ser humano.

Desde la energía, materiales, equipos, cubiertos, casas, ropa, entre otros son compuestos por minerales ratificando que sin ellos la vida del ser humano y su desarrollo serían precarios, afirmando una vez más la necesidad de éstos en la vida cotidiana. (Belaúnde Moreyra, Martín, 2007).

Ésta innegable afirmación nos permite evidenciar el papel neurálgico que la minería juega en el desarrollo del ser humano desde sus inicios hasta la actualidad, necesitamos de los minerales para todos los aspectos de la vida humana. Pero, a su vez, somos responsables

de una explotación racional adecuadamente enfocada y teniendo en consideración los conceptos antes desarrollados sustentable.

Sin embargo, para lograr esta sustentabilidad o aplicación de economías circulares es necesario aplicar nuevas estrategias y apelar a esa motivación humana que no sólo nos permitió evolucionar sino también nos otorga el poder de remediar el daño generado el planeta a costa de ésta.

La innovación, la misma que labró una piedra circular dando origen a la primera rueda y sus usos, es la que ahora con un concepto en constante desarrollo nos da la llave para cambiar el destino.

De la definición proveída por Freeman, podemos comprender a la innovación como un proceso en el cuál se integran tecnologías e inventos o innovaciones con el objetivo de generar una mejora sustancial en un determinado proceso, provocando así un nuevo método económicamente mejor. (Freeman,C., 1982;)

La minería, nunca fue ajena a la innovación, ya que fue ésta quien desde sus inicios permitió cambiar el desarrollo netamente manual y empírico por una minería sistematizada con altos estándares de seguridad y eficiencia protegiendo tanto a la persona como al medio ambiente.

Un claro ejemplo de ello, es cuándo en los inicios de la minería se tenían muchos casos de muerte por asfixia o gaseamiento debido a que mientras se excavaban túneles no sólo existía menor cantidad de oxígeno por su profundidad sino que también aumentaba la presencia de gases nocivos para el ser humano, la primera solución innovadora fue llevar consigo jaulas con pequeños canarios debido a que su pequeño sistema respiratorio era mucho más sensible a la carencia de oxígeno o presencia de gases tóxicos que al ser humano permitiéndole huir a tiempo, luego de ello se desarrollaron equipos de medición de gases evitando arriesgar canarios y como medida máxima de innovación se transformó dichos equipos de medición de gases en pequeños dispositivos portátiles con alertas minimizando las víctimas humanas.

Ahora bien, ¿cómo podría la minería aplicar un modelo de economía circular en su proceso productivo? La respuesta es la herramienta que siempre nos generó desarrollo, la innovación. Y en ¿qué aspecto podría aplicarlo? En su mayor problema, la gestión de residuos.

La gran mayoría de los proyectos mineros han sido desarrollados bajo un esquema de economía marrón o lineal, maximizando la generación de productos minerales de manera económicamente eficiente internalizando los costos asociados a los residuos generados, las medidas de cierre y post cierre.

Actualmente, cada etapa del desarrollo de los proyectos mineros debe contemplar aquellas medidas de manejo ambiental destinadas a retrotraer los efectos de la exploración o explotación lo mejor posible al estado previo al desarrollo del proyecto, es decir adicional a los costos asociados a la explotación se requiere a los titulares internalizar y asegurar los costos dirigidos a “devolver” el medio ambiente a su estado natural.

Como bien sabemos, son estos costos de cierre y post cierre aquellos que devienen en irre recuperables desde el punto de vista económico para el titular minero y constituyen aquellos que revisten una especial complejidad.

La particularidad de los cierres antes señalados corresponde al potencial riesgo ambiental del producto que se encapsula, sin considerar un potencial uso diferente del mismo o tratamiento adicional generando que el mismo deje de representar un potencial riesgo.

En cuánto a bienes finales tenemos conceptos como “ecodiseño” sin embargo, en procesos productivos no tenemos una “eco ingeniería” dirigida a modificar el potencial riesgo que representa el residuo como tal, permitiéndole obtener valor adicional para su utilización en otros rubros.

En el negocio minero esta ingeniería se encuentra enfocada en maximizar la recuperación de del mineral producto del tratamiento, es necesario también sea aplicada a neutralizar o transformar los residuos añadiéndoles valor y generando mayor utilidad comprobando la rentabilidad de la aplicación de economías circulares

Es importante señalar que, para evaluar la real rentabilidad económica de la aplicación de un esquema circular, necesitamos comprender que la degradación o impacto ambiental generado por la actividad humana tiene un costo, un valor ambiental que se traduce como el cálculo monetario de la degradación del ambiente en cuánto a la satisfacción o desarrollo del ser humano en éste, asociado al derecho de todo ser humano de gozar de un medio ambiente sano y equilibrado.

Para comprender el concepto descrito anteriormente, debemos empezar por diferenciar el “costo ambiental” asociado a las medidas de control o manejo prioritariamente centradas en el post daño o prevención del “costo ambiental” enfocado como la valorización de la degradación ambiental por la actividad humana; lo explicaré con el siguiente ejemplo:

Una operación minera subterránea cuenta con un flujo moderado de agua que brota del subsuelo y es canalizado mediante tuberías a un sistema de tratamiento previo a la disposición en una quebrada adyacente. En este caso, el “costo ambiental” puede ser concebido, a grosso modo, por el costo de la infraestructura de transporte, bombeo, obras civiles, monitoreo ambiental y tratamiento; sin embargo ese esquema de costos no valoriza o

pondera económicamente el daño que genera el incremento de caudal en la quebrada que podría generar un caudal que impide la reproducción de peces por cuánto no existen aguas calmas para el depósito de los huevos sino por el contrario son arrastrados por la corriente.

Es el último costo que debe ser ponderado, no para impedir o generar una animadversión frente al negocio minero, sino para poder transparentar y evidenciar la real rentabilidad que generaría la aplicación de modelos de economía circular en esquemas productivos extractivos, debido a que no sólo se representa en un ahorro de costos de disposición sino también se minimizaría el costo ambiental asociado al deterioro del medio ambiente.

Otro ejemplo al respecto lo tenemos en el poco análisis de costo ambiental en torno a la utilización de cajas de plástico para el traslado de insumos frente al uso de cajas de cartón, enfocándolo desde un análisis de costo ambiental superficial asumiríamos que el uso de la caja de cartón representa un menor impacto, sin embargo es de un solo uso, mientras que las cajas de plástico con un ecodiseño eficiente y reciclaje, pese al material de su composición, representan una mayor ecoeficiencia que la de cartón.

Un ejemplo más cercano al negocio minero radica en la siguiente afirmación “un carro eléctrico es menos contaminante que uno a gasolina”, sin embargo no se ha internalizado adecuadamente ésta afirmación, para ello es necesario tener en cuenta que para la fabricación de un auto eléctrico se genera alrededor de 14,000 Kg de emisiones de CO₂, mientras que en un carro tradicional de gasolina tan sólo 6,000 Kg de emisiones de CO₂, entonces ¿cuál es menos contaminante?, sumado a ello debemos de tener en cuenta que para la generación del carro eléctrico es componente esencial las baterías litio, cuyo componente principal es aportado por la minería.

Es importante considerar que las emisiones de CO₂ necesarias para utilizar el carro eléctrico versus las necesarias para el carro a gasolina, son abismalmente a favor del carro eléctrico. Entonces, en un esquema de economía circular, el carro tradicional de gasolina debería de interiorizar el costo ambiental de los árboles necesarios para procesar el CO₂ que emana, al igual que en el carro eléctrico (producción, generación y transmisión de la energía eléctrica), hecho que no ocurre porque el consumidor no está dispuesto a pagar el valor real de la compra y consumo del bien, ello precisamente evidencia los costos no interiorizados en los bienes y servicios que no permiten evidenciar los costos reales de producción.

Centrándonos en el costo minero, tenemos como principal evidencia del costo real de la no aplicación de economías circulares al negocio minero en los pasivos mineros que a la fecha permanecen como un riesgo ambiental por la carencia de fondos para su adecuado tratamiento, mientras que, si se hubiesen planteado esquemas económicos circulares en los

proyectos mineros que desarrollaron y abandonaron dichos pasivos, probablemente el monto antes mencionado sea mucho menor o inclusive extinto.

Marco Teórico

Sobre la base de lo señalado, desarrollaré los conceptos de economía circular que realmente abordan el problema de sostenibilidad en el desarrollo económico del negocio minero y no la vertiente enfocada en economías lineales con mejora de procesos (procesos más verdes dentro del mismo esquema económico) en atención a que como contrariamente señalan algunos autores no considero aborden la problemática expuesta y conforme fue también indicado por el señor Mathis Wackernagel (presidente de Global Footprint Network) referenciado por Lacy P & Rutqvist (2015) aquellos negocios que para su viabilidad requieran de la extracción de grandes volúmenes de suministros o insumos excediendo la bioremediación o disposición natural de los mismos no tendrán un futuro próspero.

Sustento lo anterior en el desarrollo de los hechos hasta la actualidad, es sencillo evidenciar como el negocio minero ha tenido sustanciales mejoras en cuanto a la legislación y manejo ambiental, inclusive las mejoras de procesos como la recirculación integral del agua de proceso ha mejorado sustancialmente el impacto de la minería en el medio ambiente; sin embargo hay que reconocer que ello no es suficiente, necesitamos más, no sólo para asegurar la disponibilidad del recurso minero a futuro y evitar la depredación sino también coadyuvar a revertir la situación ambiental.

¿Qué pasaría entonces si cambiando el esquema económico minero, internalizando costos y generando economías circulares propiciamos además por economía de escala que los productores de bienes desarrollen diseños enfocados a maximizar su reciclaje? Tendríamos una mejora sustancial en las proyecciones ambientales y posiblemente equipararíamos las tasas de bio remediación asegurando no sólo la subsistencia del ser humano sino también del insumo motor de nuestra industria debido a que intrínsecamente aseguraríamos la disponibilidad de los minerales explotables.

CAPÍTULO II: PROBLEMA

Consecuencias del esquema económico lineal

Hemos establecido claramente que el consumismo y esquema económico lineal tiene como consecuencia el agotamiento de recursos naturales y la excesiva generación en residuos que tiene como resultado un claro perjuicio sobre el potencial desarrollo de la vida humana debido a la degradación ambiental.

Entonces, nuestro problema neurálgico obedece a un esquema económico lineal alimentado por el elevado consumo producto de la falsa premisa que a mayor consumo mejora la economía; ello sumado a que no hemos internalizado todos los costos asociados a la producción de bienes, tenemos por resultado que la minería como primer paso del esquema económico lineal tiene una posición privilegiada para gestar un cambio a la problemática.

Si retrotraemos la situación, podemos evidenciar que las carencias actuales o impactos al medio ambiente tienen por raíz a la necesidad por producir de las grandes empresas para satisfacer la demanda que obliga a todas las industrias articuladas en el negocio minero a producir aún más, pese a que conocemos que el planeta no es capaz de reponer estos insumos o minerales al mismo ritmo de su utilización.

Entonces nos topamos con un escenario claramente desalentador, donde día a día se encarecerán los costos de la materia prima y los depósitos de residuos equiparán en tamaño a las ciudades haciendo cada vez más oneroso su adecuada gestión y control de impactos.

En cuanto a la minería, constantemente es vista como una industria que genera residuos nocivos y es condenada por una errada concepción del proceso, actualmente la industria minera es la actividad más regulada y supervisada del país. La constante supervisión y esfuerzos de las empresas mineras formales se han traducido en grandes avances tecnológicos y sociales orientados a mejorar la calidad de vida y evitar impactos sobre el medio ambiente.

Concretamente podemos evidenciar que un proyecto minero polimetálico modelo con una producción estimada de 1500 TMD tiene un costo de cierre aproximado de 3 millones 400 mil dólares, costo que sólo contempla las actividades de cierre destinadas al cierre final de algunos componentes sin tener en consideración el costo de inversión anual destinado a las medidas de manejo ambiental, estudios y personal enfocados a controlar o mantener los componentes y su adecuado funcionamiento.

Actualmente, este costo de 3 millones 400 mil dólares la industria minera lo considera como un costo hundido debido a que se tiene la incapacidad de rentabilizar esta erogación dineraria y en muchos casos como los relaves y neumáticos son enterrados.

Es importante tener en consideración que el costo antes mencionado y conforme hemos señalado no transparenta realmente el costo de ello debido a que en el esquema económico actual no se contabiliza el costo ambiental integral de ello por la incapacidad de monetarizar el gasto que realiza la naturaleza para degradar, reasimilar los componentes (relaves, desmontes o neumáticos) enterrados.

Sin embargo, actualmente el planeta requiere más de nosotros para evitar acelerar cambios ambientales e inclusive consecuencias sumamente nocivas para la continuidad de la raza humana, para ello debemos no sólo mejorar tecnologías o implementar mejoras que permitan minimizar impactos, sino también reducir el consumo, disminuir drásticamente la generación de residuos y brindar a los mismos un valor adicional.

Escasez generada y riqueza de residuos

Por ejemplo, ante la escasez potencial de cobre, nos limitamos a aplicar mejoras en la recuperación o reciclaje (mejora de proceso para hacerlo más verde), más no en el ecodiseño que podríamos implementar en los bienes que utilizan este insumo y “obligamos” a la industria minera a explotar mineras que puedan reemplazar potencialmente al cobre como por ejemplo la producción de grafeno, para lo cual se tiene que desarrollar la extracción de grafito en cantidades suficientes.

Es decir, para satisfacer la potencial carencia de un metal (cobre) en lugar de proponer medidas que permitan el reciclaje eficiente de dicho mineral, nos limitamos a buscar alternativas que nos llevarán al mismo fin tarde o temprano, explotaremos los yacimientos de grafito con el objetivo de satisfacer una demanda que se acrecienta cada vez más y desecharemos más cobre como residuo porque su reciclaje es más caro que su producción debido a la forma en la que se utiliza en los bienes.

Por ejemplo, continuando con el caso del cobre, éste es utilizado en casi todos los circuitos eléctricos y mayoría de cables de alta tensión, tomemos por ejemplo el cobre presente en los circuitos eléctricos utilizados desde una calculadora de mano hasta una computadora. Culminando su vida útil (obsolescencia programada o no, que no siempre responde a que se convierta inútil sino a que los avances tecnológicos superan la capacidad del equipo), éste es desechado y en muy poca proporción el cobre utilizado en las tarjetas lógicas recuperado

debido a que requiere de procesos onerosos y caros que frente a la adquisición de cobre nuevo resulta antieconómico.

Ante la potencial escasez del cobre y lo antieconómico del reciclaje del mismo, bajo el esquema actual nos limitamos a buscar un bien alternativo que podría suplir al cobre ante una potencial carencia del mismo, en este caso el grafeno. Sin embargo, si bien es cierto el grafeno es un elemento más abundante en el planeta, requiere igual de una explotación del mismo que conlleva a un costo ambiental asociado y tarde o temprano a unos escasos siempre y cuando no aprendamos la lección y no cambiemos el esquema económico lineal.

En el rubro minero, la aplicación de economías circulares no sólo aliviaría una potencial escasez de un determinado mineral o promovería el reciclaje, sino que también evitaría los costos que actualmente el estado es incapaz de asumir en torno a la remediación de pasivos ambientales, siendo a la fecha cerca de 8 848 pasivos que representan más de USD\$ 176'960,000 dólares aproximadamente. No debemos comprender como regla general que estos pasivos ambientales son fruto de minería irresponsable, en muchos casos responden a la realidad legislativa y regulatoria de ese momento y la información técnica que en ese momento se conocía.

El marco normativo que se adecúa en mayor proporción a los residuos, sería el de la Ley General de Residuos – Ley 27314, que con sus modificatorias y reglamentos hizo un esfuerzo pro impulsar la economía circular mediante la “reutilización” o “valoración” de residuos, sin embargo nunca contempló cambiar el concepto de residuos por uno de generación de materias primas o bienes de consumo para otras industrias sin que sea considerado un residuo.

Considero que, si bien es cierto la normativa antes mencionada incentiva incipientemente la economía circular, entorpece la realidad debido a que también limita de manera drástica imponiendo como requerimiento para comercializar residuos que el receptor del mismo cuente con un Instrumento de Gestión Ambiental que lo habilite para ello, cuando en el País existen sectores con normativa ambiental, pero que no cuentan con instrumentos de gestión ambiental regulados afectando su libre comerciabilidad.

Pasivos ambientales

Recordemos que hace muchos años, la minería inició sus labores vertiendo relaves y desmontes en ríos y cuencas, no con un ánimo de perjudicar el medio ambiente, sino que en ese momento no se tenía conocimiento de los daños potenciales que hoy si conocemos y se encuentran prohibidas, sin embargo la minería ilegal lo continúa

haciendo a la fecha y ello generó en gran parte los pasivos ambientales antes señalados.

¿Quién deberá asumir el costo de remediación de esos pasivos ambientales? El estado peruano, quién también es responsable, se ve en la tarea de que para garantizar un ambiente saludable para el desarrollo humano debe solventar la remediación de los pasivos antes mencionados. ¿De qué manera? Pues con los ingresos del fisco que de manera indirecta son trasladados a todos los ciudadanos, quienes realmente solventan todas las actividades de control, fiscalización y otras.

La internalización de los costos ambientales reales, transparentando aquellos costos no contemplados que en otras industrias ya se encuentran contemplados, permitirá que realmente los consumidores finales conozcan el valor real de los bienes que adquieren, por ejemplo, adquirir una calculadora de mano que actualmente en el mercado peruano se puede adquirir a S/. 2.00 (Dos con 00/100 soles) no representa realmente el costo de cada uno de los insumos utilizado, mucho menos el costo ambiental requerido para compensar la emanación de CO₂ en su producción, pero entonces ¿cómo el valor pagado por el consumidor final le genera ganancia al productor? Esto se debe a que la demanda por dicho bien es tan alta que la sobre oferta, que genera una competencia también desmedida, tiene por resultado que no se ponderen costos necesarios para que dentro de 10 años otro consumidor pueda gozar de comprar una calculadora de mano.

Actualmente, no aprovechamos todo lo extraído en un negocio minero, centrándonos únicamente en la explotación del metal o metales deseados sin muchas veces explorar las opciones asociadas a lo que es considerado “residuo”, esta es la traducción del a economía lineal donde mi objetivo es la producción de un solo bien generando residuos.

Una empresa minera puede evitar los costos de desmonteras, relaveras o disposición de neumáticos si promueve medidas de economía circular en la que trae a valor esos residuos y adicionalmente evita incurrir en gastos excesivos

Ante ello, nace la pregunta ¿Es posible cambiar la evaluación económica de desarrollo de un proyecto minero para aplicar un esquema de economía circular que maximice la utilidad y elimine la generación de los grandes residuos (neumáticos, relaves y desmontes)? Considero que si, para ello es necesario comprender a profundidad el problema que origina la generación, gestión y disposición de aquellos residuos.

Como sabemos en el desarrollo del proyecto minero se tiene la consecuente generación de residuos, que tradicionalmente disponemos en espacios físicos de acumulación y donde

controlamos límites en la composición del agua, aire o suelo que entran en contacto con la disposición de dichos residuos.

Sin embargo, no es suficiente controlar efluentes o vertimientos debido a que es una medida pasiva que realmente no previene impactos sino por el contrario se limita a indicar si los componentes del efluente o vertimiento impactan en el medio ambiente; peor aún no aborda realmente la problemática debido a que continúan siendo residuos dispuestos o encapsulados dentro del suelo para que la naturaleza los procese, degrade y descomponga.

Carencia y poco impulso regulatorio hacia la economía circular

El marco normativo minero peruano actual no fomenta, salvo el reaprovechamiento de pasivos, la innovación que permita a éstos residuos ser utilizados en otros sectores de manera eficiente teniendo en cuenta que cualquier posibilidad de generación de ingresos sobre éstos sería sumamente interesante para la empresa minera debido a que para ésta ellos son considerados gastos e inclusive el costo de la infraestructura necesaria para albergar estos residuos (relave y desmonte) sería revalorizada y convertirse en un activo.

Actualmente sólo contamos con un marco legal claramente enfocado en la prevención y mitigación de posibles contingencias ambientales que sumado a la normativa que fija los niveles tolerables de concentración de elementos químicos en aire, agua y suelo consecuente con un esquema económico lineal.

Es esta normativa la que, en muchos casos, limita la innovación bajo la amenaza de ser imputados con incumplimientos apelando a la Responsabilidad Socioambiental y Responsabilidad Social Empresarial, entendida como aquella visión de la empresa que a través del respeto y valores éticos de personas y comunidades dentro de una estrategia integral cautelan el medio ambiente dando un valor añadido a su giro comercial mejorando su situación competitiva (Castro; 2012).

La carencia de legislación que impulse la innovación representa no solo un obstáculo a su desarrollo sino un claro desincentivo para que los privados no solo estimulen su desarrollo sino también su implementación práctica, por la sombra constante de las potenciales multas, contingencias o incomprensión de estas.

El problema legislativo, también trae consigo una acción irracional por parte de los organismos de fiscalización, supervisión o evaluación que cuentan con un marco normativo rígido e irreflexivo que no permite interpretación, sino por el contrario sanciona o persigue la

implementación de realista de acciones que en su desarrollo representarían una mejora sustancial en la gestión de residuos o manejo ambiental.

Adicionalmente, convivimos con una base heterogénea de instrumentos de gestión ambiental que no sólo no permiten una adecuada fiscalización sino también que en muchos casos dejan al titular minero imposibilitado de realizar variaciones debido a los elevados costos de implementación y/o inversión necesaria para homologar y estandarizar los instrumentos de gestión ambiental a los términos de referencia comunes aprobados para cada uno.

Esta base heterogénea de instrumentos es consecuencia del desarrollo legislativo que, en materia de instrumentos de gestión ambiental ha tenido el estado peruano desde sus inicios con los incipientes Programas de Adecuación y Manejo Ambiental o también llamado PAMA hasta el Estudio de Impacto Ambiental Detallado que estudia y mitiga los potenciales impactos generados por el desarrollo de una determinada industria.

Entonces contamos no sólo con un esquema económico lineal que contempla la contención y encapsulamiento de residuos sólidos, sino se encuentra acompañado de un conjunto de normas enfocadas a la regulación de esta economía lineal que limita el desarrollo o innovación de esquemas económicos circulares debido a las potenciales sanciones o responsabilidades que deriven de su implementación siendo un campo extra normativo.

Asimismo, tanto el esquema económico lineal como el legal adherido a éste generan una forma concepción del negocio minero que no contempla una inversión en innovación al inicio de éste con el claro objetivo de generar economía circular permitiendo un mayor retorno de las inversiones variando el esquema tradicional de responsabilidad social empresarial para permitir no sólo una eficiente gestión de residuos sino aportando valor a estos para generar negocios paralelos que coadyuven a una visión de desarrollo verde.

Esta problemática integral constituye clara evidencia de la necesidad de un cambio radical que aborda tantos frentes técnicos como legales de la estructura misma del planteamiento o evaluación económica del negocio debido a que de esta depende que el mismo se lleve a cabo.

Actualmente la evaluación económica de un proyecto minero parte desde la exploración hasta el cierre de componentes, comprendiendo al encapsulamiento y control de residuos la forma de gestión de estos. Dentro de dicho esquema, toda inversión mayor se encuentra centrada tradicionalmente en el core business (extracción de mineral) no pudiendo vincularse al desarrollo de negocios paralelos no directamente vinculados a la extracción de minerales.

Esta concepción de negocio enfocada en el desarrollo del core business y no de negocios paralelos, deviene en un alto nivel de especialización del core business, pero no

necesariamente en una máxima eficiencia toda vez que, existen residuos que pueden convertirse en materia prima, que si ocurre en otros negocios no mineros. Por ejemplo, los restaurantes promueven una eficiencia de insumos obteniendo el mayor beneficio de estos, utilizando la carne en las preparaciones y los huesos para la elaboración de caldos o consomés útiles en la preparación de otros platillos.

CAPÍTULO III: DISCUSIÓN

Mejora de Procesos y Economía Circular

Conforme es sostenido por el Dr. Claudio A. Zaror (2002), dada la grave crisis económica actual no podemos abordar la problemática ambiental mediante una sola arista, sino es necesario realizar una estrategia integral que mitigue los costos, cada vez mayores, asociados al control de residuos líquidos, gaseosos y sólidos, abordando tanto mejoras de procesos como también aplicar economías circulares haciendo más eficiente el uso de recursos naturales y minimizando la generación de residuos.

Como hemos sostenido, no consideramos que adecuado que únicamente se continúe centrándose en el desarrollo de la alternativa de mejora de procesos para convertirlos más limpio sea la adecuada, y consideramos mucho más eficiente aplicar dicha alternativa juntamente con la postura propuesta por Brundtland en cuánto al desarrollo sostenible promoviendo economías circulares.

Dicho eso, es evidente analizar si en el país se cuenta con el marco legal que permita e impulse la generación o aplicación de estos esquemas económicos para mejorar el prospecto de desarrollo y ulteriormente la calidad de vida del ser humano.

La generación de economías circulares en el negocio minero permitiría maximizar la utilidad generada y crear un negocio paralelo que en otros sectores mantenga un precio estable no atado a fluctuaciones permitiendo contar con ingresos paralelos, que podrían enfocarse como responsabilidad social empresarial permitiendo traer a valor residuos, cuyos costos ya se encuentran inmersos en el proceso productivo actual, aminorando o eliminando la generación de estos y el consecuente impacto ambiental o social de componentes como presas de relaves, depósitos de desmonte y otros.

El camino para lograr ello comienza en la aplicación eficiente de mejoras tecnológicas o implementación de procesos (filtrado, secado en relave y molienda o chancado en desmonte, plantas de reciclaje, incentivos, etc) de bajo impacto económico convertir residuos mineros

clásicos (neumáticos de caucho, relaves y desmontes) aportándoles valor en materiales económicamente aprovechables en otros sectores económicos.

Sumado a lo anterior, también es necesario “contagiar” a los sectores que transforman la materia prima para diseñar bienes que permitan un reciclaje eficiente contemplando inclusive mecanismos normativos como responsabilidad extensiva del productor, que básicamente consiste en que el productor de los bienes mantiene la responsabilidad de la disposición o desecho de éstos aún después de su venta asegurando así que éstos no perjudiquen más el medio ambiente.

Sin embargo, considero que debemos ir más allá, somos una generación con la capacidad de aprender y corregir errores, porque no alterar los esquemas tradicionales y promover la no disposición o desecho de residuos sino procurar en su mayoría que éstos sean reciclados en su totalidad o mayoría.

Esta iniciativa deberá ir acompañada de mejoras normativas sustanciales en la gestión ambiental de la minería y otros sectores, siendo de interés general propiciar economías circulares y generar bienes que permitan un reciclaje de sus componentes eficientes minimizar los impactos de la minería para que de manera conexas haya una sustancial mejora en la imagen de esta.

Escasez como motivación del cambio

La escasez como motor principal de la innovación en economías circulares permitiría que aquellos bienes considerados residuos o desechos adquieran un valor diferente retomando un rol de insumo, por ejemplo, en el caso de relaves y desmontes permitan su uso en agricultura, asfaltos, papelería (papel roca), entre otros.

Son estos usos alternativos, re-usos, aplicación de subproductos u otros los que permitirán alterar la concepción clásica de una minera con altos costos hundidos en infraestructuras para residuos (relaveras y depósitos de desmonte) por una minería de economía circular minimizando sus desechos de proceso productivo.

Esta implementación de economía cíclica permitirá además que los titulares mineros gocen de un nuevo rostro frente a las comunidades aledañas, generando mayor empatía e impacto al minimizar componentes y residuos de manera eficiente permitiendo a su vez generar mercados secundarios y desarrollo diversificado.

Pero ¿de quién es realmente la responsabilidad de verificar los impactos sobre el medio ambiente? Recordemos también que es el estado quien mediante las entidades designadas

“acredita” y “certifica” que una actividad determinada no genera impacto ambiental o el impacto generado es mitigado e irónicamente es el mismo estado quien al obviar generar regulación o no incentivar economías circulares impide la adecuada generación de estas.

El rol legislativo de las actividades humanas recae en el estado quien es el encargado por consenso social de fijar las reglas para el desarrollo humano y las políticas económicas destinadas al desarrollo social.

El objetivo del negocio minero, para dar continuidad productiva, se basa en la exploración de nuevas áreas y estudio de aquellas con potencial mineral para evaluar su desarrollo, sin embargo, somos testigos como cada vez más el desarrollo de proyectos mineros se ve entorpecido o frustrado por temas vinculados a medio ambiente, comunidades o inclusive factores naturales que impiden su explotación.

Dos de los factores que motivaron este entorpecimiento de desarrollo de proyectos mineros ha sido el potencial impacto ambiental de los mismos asociado a un componente social, las comunidades temen mucho por su entorno frente a un proyecto minero; las experiencias que tenemos han determinado que los principales temores se centran en el manejo de aguas, desmonte y relaves.

El aplicar un modelo de economía circular, en el cual se presenta un proyecto sin residuos o con residuos mínimos, permitirá alterar radicalmente la percepción de éstas comunidades debido a que mediante procesos industriales estaríamos convirtiendo los relaves y desmontes en materias primas para otras industrias, los residuos poblacionales en potenciales fuentes de abono o procesarlos en biodigestores para la obtención de gas, entre otros, es decir no existiría impacto o éste sería reducido.

La escasez generada por el impedimento en el desarrollo de proyectos es un claro mensaje que el mundo actual es un claro ejemplo que se necesita un cambio de óptica en el planteamiento de la viabilidad del negocio minero enfocarlo únicamente en el potencial mineral y gastos operativos ya no es suficiente haciendo necesario también que el titular analice la viabilidad del proyecto con nuevas variables como la social o la ambiental.

Una forma de satisfacer la rama social y ambiental es asegurando que los residuos serán transformados en materia prima potencialmente comercializable en lugar de enterrar los mismos, posiblemente esto genere costos adicionales no contemplados en una proyección inicial, sin embargo, estos podrán ser compensados con el costo de operación, cierre progresivo, final y pos cierre de dicho componente.

Posibles soluciones

Habiendo analizado la problemática y propuestas de solución otorgadas por diversos estudiosos en la materia, consideramos que nuestro aporte debe centrarse en dos temas principales: (i) proveer un marco legal que, como hemos mencionado, fomente la implementación de los modelos de economía circular a las Unidades Mineras en operación y (ii) la generación de programas de incentivos que permitan proveer un clima propicio para los cambios necesarios, siendo estos incentivos ampliamente compensados con los ahorros tanto estatales como privados al implementar estas medidas. A continuación, las desarrollaremos a profundidad.

Mejora normativa

Los proyectos mineros son madurados con mucha anticipación en orden a las grandes inversiones que representan, por ello demanda que durante los primeros años exista se centralice en la recuperación de las inversiones y riesgo incurridos. Para lograr cambios en los esquemas económicos con los que fueron concebidos y mejorar nuestras proyecciones a futuro es necesario que, demos el espacio y el marco normativo suficiente para que los negocios mineros puedan gestionar sus cambios sin que incurran en graves consecuencias económicas.

Para ello, es necesario generar un marco normativo que permita al negocio minero desarrollar las mejoras sustanciales que den paso a los cambios en los esquemas económicos dando por resultado maximizar los ingresos y minimizar el riesgo de las inversiones realizadas.

Es el deber y potestad del estado proveer el marco normativo alineado con la obligación intrínseca de cautelar un medio ambiente adecuado para el desarrollo de su población que permita el florecimiento de las economías circulares dirigidas a permitir que las empresas privadas inviertan en innovación y proveer a las entidades del estado de personal capacitado y receptivo para comprender y apoyar dichas iniciativas.

Iniciaremos con las potenciales medidas que permitirán a las operaciones en curso alterar los esquemas económicos lineales con los que fueron diseñados dichos esquemas de mejora normativa.

Como parte de dichas iniciativas, podemos considerar no sólo la generación de espacios de innovación abierta, sino proveer de incentivos o amnistías en las diversas instituciones del estado como las siguientes:

1. Ministerio de Energía y Minas:
 - a. Inversión en iniciativas de innovación abierta puedan ser aplicadas como las inversiones en exploración para la exoneración del pago de penalidad.
 - b. Modificación de Instrumentos de Gestión Ambiental que implementen economías circulares sean realizados vía Informe Técnico Sustentatorio.
2. Superintendencia de Administración Tributaria.
 - a. Beneficios tributarios por inversión en innovación abierta.
 - b. Dedución de inversión en innovación o implementación de economías circulares para efectos tributarios.
3. Ministerio del Ambiente
 - a. Concursos y premios de innovación abierta.
 - b. Certificación de Economía Circular.
4. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
 - a. Implementación de nuevas categorías en la Concurso de Buenas Prácticas Laborales.
 - b. Premios asociados a reducción de multa.

Con ello, brindaríamos el espacio y condiciones suficientes para que se gesten o desarrollen los cambios necesarios de los nuevos modelos económicos.

Podemos afirmar que, es necesario no sólo dar una mejora completa de procesos e implementar medidas de economía circular a los negocios mineros sino también es crucial promover modificaciones normativas que propicien el ambiente para que florezcan estos esquemas económicos y dar paso a una nueva generación de negocios mineros e industrias en general que revolucionen el esquema de consumo tradicional dando paso a bienes con un diseño pro reciclable, una industria extractiva que aprovecha al máximo los recursos y desechos, y un planeta que permita al ser humano continuar su desarrollo de manera segura.

Esta mejora normativa también contemplaría promover normativa una homologación y acceso a estandarizar los Instrumentos de Gestión Ambiental con los que cuentan las Unidades Mineras a nivel nacional llevándolos a los estándares actuales generando una “ventana” que sin reducir la exigencia normativa permita y otorgue al sector el espacio suficiente para que estas nuevas implementaciones no se traduzcan en un sobre costo.

Un buen ejemplo, pero no concluido de la homologación de Instrumentos de Gestión Ambiental fue considerada en la Cuarta Disposición Complementaria Final del Decreto

Supremo N° 040-2014-EM que aprobó el Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero.

El desarrollo de lo señalado, considero constituye el paso previo para facilitar que las empresas mineras generen los cambios necesarios para lograr migrar de esquemas lineales a esquemas de economía circular, con la consecuente inversión en innovación necesaria y neurálgica para dicha tarea.

Incentivo para la generación de negocios derivados de los residuos mineros

Una vez concretado el primer paso es necesario otorgar medidas que promuevan el cambio de un esquema económico de un negocio en curso, podría generar una fricción innecesaria que se traduzca en pérdidas económicas no por el modelo de economía circular en sí, sino por la dureza del cambio.

Para ello podemos proveer como alternativa de solución que a través de modelos de promoción empresarial enfocados a generar industrias que transformen los residuos mineros producidos en bienes de consumo o materia prima para otros procesos, y que éste gasto pueda ser sustentado para efectos de pago de tributos haciendo un símil a la fórmula de “obras por impuestos” o “donaciones”, enfocados a que el éxito de dichos emprendimientos se traducirá en mejoras sustanciales y ahorros económicos.

Mediante una interpretación de la normativa, se puede considerar que la transferencia de estos residuos de la empresa minera al emprendimiento que la transformará en materia prima para otros circuitos productivos sea considerada como una donación en bienes pudiendo ser valorizada en base al costo evitado de disposición o manejo ambiental.

Ello permitiría que la empresa minera ahorre costos en la construcción de activos de contención y manejo ambiental de los residuos, y asimismo haga rentable el emprendimiento generado a raíz de la transformación de los residuos mineros en bienes de materia prima por cuánto no se incurriría en costos para la obtención de los insumos.

De esta manera tanto la empresa minera como el emprendimiento innovativo aseguraría contar con utilidades que le permitan el sostenimiento de los negocios en el tiempo y la no generación de residuos.

Caso exitoso

Como hemos señalado anteriormente, desde ya se cuentan con ejemplos de aplicación exitosos en los que mediante la aplicación de economías circulares se lograron eliminar algunos componentes de su operación.

Una Unidad Minera en Brasil con un yacimiento MVT, mediante la interpretación de la normativa interna Instrução Normativa SDA N° 27 de fecha 05 de junio de 2006 logró la comercialización integral de sus relaves como un producto de piedra caliza que asociado al Zinc genera mayores beneficios a los agricultores de aquellas zonas de Brasil con predominancia en suelos ácidos.

Conforme fue señalado por Faquin (2005) los suelos en regiones tropicales o selváticas son deficientes en algunos componentes esenciales para el crecimiento de la planta tales como el Zinc y Boro, presente en concentraciones suficientes para su absorción en el relave de la referida empresa constituida principalmente por calcitas y dolomitas.

Esta deficiencia se debe principalmente a la acidificación de los suelos que hace indisponible para la planta la cantidad de micronutrientes suficientes para su adecuado desarrollo y, sumado a la poca disponibilidad de productos denominados “enmiendas agrícolas” o “correctores de suelo” se traduce en una especial y álgida dificultad para el florecimiento del negocio agrícola en las zonas selváticas.

Tras desarrollar estudios y caracterizar su producto, evidenciaron que se contaba con un contenido del 26% de calcio como CaO, el 16% de magnesio como MgO un porcentaje de calizas superior al 90% y un contenido de Zinc aproximadamente del 0.3%; siendo apropiado para su uso como enmienda agrícola.

Finalmente, tras la aprobación por parte de la entidad correspondiente esta empresa procedió a vender su relave bajo el nombre comercial de Zincal 200 que cumpliendo con las cantidades máximas de metales pesados bajo una estricta fiscalización de la entidad supervisora ambiental se autorizó su comercialización libre como una enmienda de suelos agrícolas.

CONCLUSIONES

1. La problemática ambiental generada a raíz de los esquemas económicos lineales, pueden ser remediada mediante la aplicación de economías circulares generando valor agregado a los residuos, convirtiendo los mismos en insumos necesarios para otras industrias.
2. La escasez, ha sido el impulso más eficiente para el desarrollo del ser humano; es este motivo el que permitió desarrollar los conceptos de economía circular para promover economías verdes que permiten un desarrollo sostenible.
3. Variar el análisis económico de los proyectos mineros a diseños eco amigables aplicando economías circulares permitiría reducir drásticamente los conflictos socio ambientales debido a que el propio proyecto minero estaría diseñado para no generar residuos, sino insumos para otras industrias.
4. El avance tecnológico y las mejoras de proceso son iniciativas buenas, que complementadas con conceptos de economía circular permitirían dar el siguiente paso en la evolución del negocio minero, hacia una minería que no enfrenta conflictos sociales derivados de manejo de residuos.
5. El marco normativo actual, tiene un carácter restrictivo, que necesita ser flexibilizado para promover la implementación de economías circular, promoviendo la migración de esquemas económicos lineales mediante impulsos tributarios para su desarrollo.
6. Promover la implementación de economías circulares en la industria minera, generará a demás la activación de un esquema económico sub alterno constituido por aquellos negocios que se activarán con los insumos generados (que antes eran residuos), creando más fuentes de trabajo e ingresos sin depender directamente del negocio minero.

BIBLIOGRAFÍA

1. The Ellen Macarthur Foundation, "Towards The Circular Economy", 2010.
2. Gunter Pauli (2010) "The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, 100 millions JOBS", Paradigm Publications.
3. Soto Castillo, E (2017) "Reaprovechamiento de Residuos Industriales en Minería-Metalúrgica y polistireno expandido en la elaboración de adoquines para Piso", Tesis Profesional, Universidad César Vallejo, Lima.
4. Paradis & Hannigan & Dewing (2007), "Mississippi Valley-Type Lead-Zinc Deposits, in Goodfellow W.D, ed. Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploitation Methods: Geological Association of Canada Mineral Deposits Division", Special Publication No. 5, p 158-203.
5. Barragan Martinez Y & Barragan Vargas M. (2017), "Economía Circular y Desarrollo Sostenible: Retos y Oportunidades de la Ingeniería Ambiental". Tesis Profesional. Universidad Estatal De Milagro, Milagro, Ecuador.
6. Hermida Balboa C. & Domínguez Somonte, M (2014). "Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo Eco-3". Informador Técnico Colombia, Volúmen 78, No1, p 82-90.
7. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo - ONU (1987).
8. Aguiñaga, E Henriques, I., Scheel, A (2016), "Building Resilience: A self-sustainable community approach to the triple bottom line"
9. Andersen, M.K (2007), "An introductory note on the environmental economics of the circular Economy". Revista Sustainability Sciences, 2, 133-140.
10. Ayres, R.U & Ayers, L (2002). A handbook of industrial ecology. Edward Elgar Publishing.
11. Stiglitz, J. (2015). "The great divide". Pinguin Uk.
12. Lacy P. & Rutqvist J (2015), "Waste to wealth: the circular economy advantage". Springer. P16
13. Gómez Bermejo de Segura, Roberto (2014), "Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis", Editorial Hegoa. Instituto de Estudios sobre el Desarrollo y Cooperación Internacional
14. Lyle, J. T. (1996). "Regenerative design for sustainable development" John Wiley & Sons.
15. Chudnovsky & Chidiak (1995), "Competitividad y medio ambiente. Claros y Oscuros en la Industria Argentina".

16. Henriques I., P. Sadowsky: 1999, The Relationship Between Environmental Commitment and Managerial Perceptions of Stakeholder Importance. *Academy of Management Journal*
17. Pearce & Markandya & Barbier (1989), "Blueprint for a green Economy", Earthscan UK.
18. García P, Manuel; Quispe A., Carlos; Ráez G., Luis, " Mejora continua de la calidad en los procesos Industrial", *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Data*, vol. 6, núm. 1, agosto, 2003, pp. 89-94. Lima.
19. Pulgar- Vidal Otárola, Manuel (2006). "Ministerio del ambiente: Un largo proceso de construcción de la institucionalidad ambiental en el Perú", *Pontificia Universidad Mayor de San Marcos*. Lima Perú.
20. Zaror, Claudia (2002), "Principios de diseño de procesos limpios", *Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile*.
21. Faquim V (2005), "Nutrição mineral de plantas", *Editorial Universidade Federal de Lavras*, p 186.

