



**MODELO OPERATIVO FINANCIERO PARA LA MADURACIÓN
DE LOS OPERADORES DE MINERÍA INFORMAL EN LA EXPLOTACIÓN
DE ORO DE LA SUBREGIÓN DEL NORDESTE ANTIOQUEÑO**

ÓSCAR FABIÁN MORANTES DELGADO

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
MEDELLÍN
2019**

**MODELO OPERATIVO FINANCIERO PARA LA MADURACIÓN
DE LOS OPERADORES DE MINERÍA INFORMAL EN LA EXPLOTACIÓN
DE ORO DE LA SUBREGIÓN DEL NORDESTE ANTIOQUEÑO**

Tesis para optar al título de magíster en administración

ÓSCAR FABIÁN MORANTES DELGADO¹

**Asesores:
RICARDO URIBE MARÍN
BEATRIZ AMPARO URIBE DE CORREA**

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN
MEDELLÍN
2019**

¹ oscar.morantes@gmail.com

*A Dios, que me inspira;
a mi esposa, que me acompaña;
y a mis padres, que me invitaron a la vida.*

Agradecimientos

A todas las personas e instituciones cuyas entrevistas y charlas me facilitaron la información para el desarrollo de este trabajo y compartieron el legado de la maduración de la actividad informal de la minería. En particular al Dr. Lombardo Paredes quien con su confianza orienta cada paso.

Contenido

1. Introducción	12
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Planteamiento del problema	15
3.1 Definición del problema	15
3.2 Justificación del trabajo	17
4. Marco teórico	19
5. Materiales y metodología	25
5.1 Materiales	25
5.2 Metodología	25
6. Desarrollo del proyecto	29
6.1 Modelo operativo financiero propuesto.....	29
6.1.1 Nivel de informalidad (grado de madurez cero).....	29
6.1.2 Nivel de estabilización de la operación (grado de madurez uno)	32
6.1.3 Nivel de visión del futuro (grado de madurez dos)	34
6.1.4 Nivel del modelo de negocio (grado de madurez tres)	35
6.1.5 Nivel de la estrategia del cuadro de control (grado de madurez cuatro)	
.....	37
7. Cronograma	39
8. Conclusiones	40
9. Recomendaciones	42
10. Referencias.....	43

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Matriz de criticidad de las materias y gerencia estratégica de suministro	24
Ilustración 2. Fases de desarrollo de modelo	25
Ilustración 3. Niveles de madurez del modelo propuesto.....	29
Ilustración 4. Cuadro esquemático del flujo de procesos.....	31
Ilustración 5. Interpolación de las contraprestaciones	33
Ilustración 6. Estimación del componente de inversión del operador	35
Ilustración 7. Capas de la arquitectura empresarial	36
Ilustración 8. Cronograma del desarrollo de la metodología.....	39

Glosario

Balance metalúrgico: acta en la que se consignan los resultados del balance de masas del material fundido. En ella se establecen la riqueza de los materiales – medidos en tenores–, los volumétricos del mineral –medidos en toneladas, T– y las recuperaciones de los diferentes materiales para un período de tiempo determinado.

Contraprestación: cantidad económica que representa el reconocimiento a la realización de una actividad productiva dentro de las zonas de inversión de la organización; generalmente, la contraprestación está asociada a la obtención de un producto con atributos definidos.

Corteros: actividad de explotación minera caracterizada por la obtención de altos tenores mediante la actividad focal sobre la veta de mineral. Su nivel de productividad en toneladas es bajo, pero su nivel de efectividad en onzas alimentadas es elevado.

Costo de sostenimiento (*All in Sustaining Cost*, AiSC): indicador que integra los costos, gastos e inversiones líquidas del negocio minero para sostener una operación determinada; habitualmente se mide en dólares norteamericanos por onza de oro.

Costo: cantidad económica que representa las erogaciones requeridas para la obtención de los productos y/o servicios que hacen parte del nicho de un negocio.

Gastos: cantidad económica que representa las erogaciones requeridas para soportar la obtención de los productos y/o servicios sin estar necesariamente relacionadas directamente con el nicho de un negocio

Inversión: cantidad económica que representa las erogaciones requeridas para el sostenimiento o crecimiento de un negocio y que aumentan el valor de los activos o su horizonte de vida útil.

Inversiones: cantidad económica que representa el portafolio del proyecto requerido para sostener y ampliar las capacidades de una explotación determinada.

Monto de compra: cantidad económica que representa el reconocimiento del material aurífero entregado para su procesamiento y la obtención de lingotes de oro.

Onza alimentada: masa de oro medida en onzas troy que, según el análisis de laboratorio, caracteriza un volumen de mineral generalmente medido en toneladas.

Onza de oro troy (ozt): masa de material en el sistema inglés de unidades que equivale aproximadamente a 31,1035 gramos.

Onzas fundidas: es la masa total de material que resulta del proceso de fundición. No necesariamente equivalen a las *onzas recuperadas*, pues estas últimas poseen efectos de imperfección en el proceso de muestreo para la caracterización del tenor, al igual que efectos de oro libre, en exceso o defecto, del proceso de refinación del mineral hacia el oro fundido.

Onzas recuperadas: equivale a las onzas alimentadas afectadas por el proceso de recuperación.

Recuperación de la planta: cociente entre la masa de salida y la masa de entrada que permite medir el grado de eficiencia del proceso de refinación del mineral hacia el oro fundido.

Tenor: densidad de contenido oro que una masa de material dispone al ser explotado mineralmente.

Resumen

El objetivo de toda actividad humana conlleva una probabilidad de éxito y de impacto en su desarrollo, y cuando esta probabilidad se materializa se registran datos. Ahora bien, si los resultados son coherentes con la orientación deseada –la estrategia–, se generan ingresos; pero si en tiempo y lugar dichos resultados no lo son completamente –la materialización de los riesgos–, aparece una desviación denominada *costos y gastos*, que, en algunos casos, conduce a desistir de la actividad misma.

En actividades económicas como la minería se tienen que realizar inversiones cuantiosas antes de lograr algún tipo de ingreso. Por esta razón sucede que en muchos casos se adicionen factores de riesgo, pues el horizonte de valoración del negocio minero –el tema central de este trabajo– aumenta en un intervalo de tiempo mayor, con escasa o nula confianza en los resultados a largo plazo. En el caso de los operadores mineros, su analfabetismo financiero los conduce a mezclar los conceptos de inversiones, gastos, costos e ingresos, entre otros, que hacen que, sumados a la complejidad operativa, técnicamente les impidan solicitar préstamos y obtener capital de trabajo de inversores potenciales, pues los beneficios del desempeño real de la operación minera no son fáciles de separar.

Es así como se presenta la necesidad de establecer un modelo de madurez para los operadores mineros de oro, ya que, debido a la naturaleza del negocio que desarrollan y las características de los yacimientos auríferos, se requiere de una estrategia que involucre el conocimiento histórico de las minas y permita reducir las inversiones en la exploración y su consecuente tiempo de desarrollo con el saber y la eficacia de la minería artesanal. Mediante el análisis de los datos operativos y financieros registrados de su negocio, este emprendimiento condujo a mitigar los riesgos inherentes de la actividad minera mencionada –la explotación del oro– en un entorno socioeconómico tan complejo como es el de la subregión del nordeste antioqueño.

El modelo de madurez propuesto permite reducir los costos mediante la gestión de los riesgos haciendo posible maximizar el resultado de la operación en coherencia con la actividad económica de los mineros, y mitiga el impacto en las personas, el medioambiente y la sociedad, y promueve la continuidad de su negocio.

El documento a continuación plantea la identificación de las variables operativas y financieras necesarias para medir la alineación de los operadores mineros de oro con su estrategia organizacional, de forma tal que, de una actividad extractiva primaria como es la minería, se refuerce su educación y les provea del conocimiento adecuado para realizar un análisis de su operación y financiamiento; de este modo podrán separar el costo real operativo, las inversiones, los resultados

esperados, el horizonte de amortizaciones, los riesgos emergentes, los controles asociados para mitigarlos y la alineación con la estrategia corporativa, y generar sinergias organizacionales que resulten en una operación en armonía con el entorno y alienten la generación de valor para los grupos de interés.

Palabras claves: costos, maduración de los proveedores, modelado, minería.

Abstract

The objective of all human activity entails a probability of success and impact on its development, and when this probability materializes, data is recorded. However, if the results are coherent with the desired orientation –the strategy–, income is generated; but if these results are not completely in time and place –the materialization of the risks–, there is a deviation called *costs and expenses*, which, in some cases, leads to desist from the activity itself.

In economic activities such as mining, substantial investments have to be made before achieving some type of income. For this reason, it happens that in many cases risk factors are added, because the valuation horizon of the mining business increases over a longer period of time, with little or no confidence in the long-term results. In the case of mining operators in general, their financial illiteracy leads them to mix concepts of investments, expenses, costs and income, among others, which, added to the operational complexity, technically prevents them from applying for loans and obtaining working capital from potential investors, because the benefits of the real performance of the mining operation are not easy to separate.

This is how the need to establish a maturity model for gold mining operators is presented, since, due to the nature of the business they develop and the characteristics of the goldfields, a strategy is required that involves historical knowledge of gold mining, the mines, and allows to reduce investment in exploration and its consequent development time with the knowledge and effectiveness of artisanal mining; through the analysis of the registered operational and financial data of their business, this venture leads to mitigate the inherent risks of the aforementioned mining activity –the exploitation of gold– in such a complex socioeconomic environment as that of Antioquia’s northeast sub-region.

The proposed maturity model allows to reduce costs through risk management, making it possible to maximize the results of the operation in coherence with the economic activity of the miners, mitigate the impact on people, the environment and society, and promote the continuity of your business.

The document below proposes the identification of operational and financial variables necessary to measure the alignment with the organizational strategy of

gold mining operators, so that, from a primary extractive activity such as mining, the education of gold mining operators is strengthened, and provides them with the adequate knowledge to perform an analysis of their operation and financing. In this way, they can separate the real operating cost, the investments, the expected results and the amortization horizon, the emerging risks, the associated controls to mitigate them, and the alignment with the corporate strategy, to generate organizational synergies that result in an operation in harmony with the environment and encourage the generation of value for interest groups.

Keywords: costs, maturation of suppliers, modeling, mining.

1. Introducción

Por lo general, el desarrollo de las actividades mineras demanda el uso de grandes inversiones que van de la mano de la gestión de los riesgos para facilitar la entrada de los inversores a estos proyectos y materializar los beneficios futuros, traspasando la incertidumbre que, por naturaleza, trae este tipo de negocio. A la fecha, en Colombia, al riesgo de la industria habría que sumarle el riesgo país, sin olvidar la complejidad socioeconómica de las comunidades afectadas por el conflicto armado y el narcotráfico durante más de cinco décadas.

Habiendo identificado una oportunidad de inversión, la dirección de la organización² ajustó su modelo de negocio mediante la gestión de los operadores mineros informales –y, en algunos casos, ilegales–, a través de la identificación organizada de los atributos que permitieran integrarlos en la cadena productiva y facilitaran paulatinamente la mejora de su gestión, a fin de ir reduciendo el riesgo de continuidad de su negocio y de integrar la información productiva de cada unidad en un mapa de exploración parcial que trajera consigo no solo la articulación productiva en el corto plazo, sino también la reducción de la inversión necesaria para las perforaciones en las zonas remotas en las que se encuentran los títulos mineros.

El beneficio que trae la formalización de los operadores mineros es evidente: los riesgos en su operación actual pueden mitigarse, se mejoran tanto las condiciones de vida de las comunidades aledañas a los proyectos como la información geológica de la zona con un mínimo de inversiones, y se genera una mejora consolidada en una sola visión de negocio.

Este documento desarrolla la metodología empleada para lograr la recopilación de la información y los datos que ayudarán a sustentar el modelo propuesto: la operación minera de explotación de oro. Para ella se siguieron los siguientes pasos: Entendimiento, Estado del arte, Análisis y Propuestas –v. la Ilustración 2–. Adicionalmente, la metodología permite identificar los cinco niveles de madurez del modelo propuesto –v. la Ilustración 3–: el nivel cero –la informalidad–, en el que la gestión del negocio es intuitiva y de muy corto plazo; el nivel uno –la estabilización–, en el que se logra una operación con costos separados y diferenciados que permite identificar los niveles de contraprestación para sostener la operación; el nivel dos –la visión de futuro–, en el que el horizonte supera la operación estándar y es necesaria una visión de inversión y sostenibilidad de

² La “organización” hace referencia a una prestigiosa compañía multinacional de explotación minera de oro que opera en la subregión del nordeste antioqueño.

mediano plazo; el nivel tres –el modelo de negocio–, en el que se alcanzan procesos con costos asociados, modelos de negocio y de identificación de las cadenas de valor para la operación, y se inicia la gestión de los riesgos con los efectos que estos tendrán en los presupuestos de mediano plazo, lo que demandará proyectos de inversión; y el nivel cuatro –el cuadro de control–, en el que se definen los indicadores estratégicos que, junto con las cadenas de valor integradas con las operaciones mineras mayores de los titulares de las minas, permiten optimizar los proyectos de inversión y mitigar riesgos como los exploratorios, que se nutren con información de las explotaciones locales e integran todo lo anterior en un proceso virtuoso de reducción de los riesgos y de los costos asociados.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Elaborar un modelo operativo y financiero de maduración para los proveedores de minería informal subterránea aurífera en la subregión del nordeste antioqueño, mediante el análisis de datos empresariales operativos y financieros.

2.2 Objetivos específicos

Proponer un modelo operativo y financiero de maduración para los proveedores informales de minería informal subterránea aurífera en la subregión del nordeste antioqueño, mediante la identificación de variables operativas y financieras relevantes.

Alinear el modelo operativo y financiero de maduración de los proveedores de minería informal subterránea aurífera en la subregión del nordeste antioqueño con la estrategia productiva financiera de la organización que requiere el proveedor minero, analizando el esquema del cuadro de mando integral.

3. Planteamiento del problema

3.1 Definición del problema

En el marco de la industria de las materias primas, en particular la de los metales preciosos y en específico el oro, la cadena de abastecimiento (Harris C., Harris R. y Streeter, 2016) resulta crucial para la materialización de los objetivos de generación de valor (Slone, Dittman y Mentzer, 2012), más aún en una explotación aurífera subterránea; esto se debe a que el mercado donde se transan los precios no es susceptible de ser gestionado por la oferta física del metal precioso, sino, más bien, por su demanda y por los contratos de opciones financieras –no físicas.

Al adelantar un proceso de explotación subterránea aurífera, el nivel de inversión y de capital en riesgo es elevado; es así como la cadena de abastecimiento y, en particular, los proveedores de minería artesanal aurífera resultan claves en el logro de los niveles de riqueza, no obstante las dificultades técnicas, sociales y de seguridad que tiene este tipo de yacimientos en la subregión del nordeste antioqueño.

En este contexto se evidencia una abrumadora fortaleza de parte de los compradores por los precios fijados en el mercado del oro, insensible a la oferta actual y caracterizada por una gigante fuerza de los proveedores de oro artesanal aún por legalizar (Porter, 2008; Urán, 2013), las amenazas de los grupos armados ilegales que desean imponer la explotación ilegal en procura del lavado de activos y las rivalidades entre los invasores ilegales de los títulos mineros.

Debido a la necesidad de una inversión considerable para alcanzar una operación ciento por ciento propia y altamente tecnificada, además de los atributos de los yacimientos mineros subterráneos, la organización decidió trabajar con los proveedores de minería artesanal que explotan a bajos volúmenes (toneladas, T) pero con altos niveles de riqueza (tenor),³ y que requieren de mínimas inversiones. Esta decisión trajo consigo el reto de subcontratar la producción minera (Hill, 2007), al igual que una serie de preguntas relacionadas con el desarrollo de la implementación, entre ellas la de cómo estandarizar la evaluación de los proveedores potenciales con criterios que fuesen no solo tan flexibles que pudiesen involucrar a los operadores actuales en el proceso de formalización, sino, además, justos con su modelo actual de negocio en el mercado del oro.

Así, se abordó el problema a partir de la teoría de juegos (Lieberman y Hiller, 2002), que distribuye el ingreso potencial del oro contenido en el material explotado.

³ Para el significado de algunos términos mineros especializados, v. el Glosario al inicio del documento.

El problema consiste en conocer cuál es el porcentaje justo para compensar la explotación de cada mina, pues dentro de la misma compensación incluye una serie de elementos subjetivos y en ella el número de trabajadores, el poder político y otros factores no productivos influyen pero no garantizan la evolución de los operadores y, peor aún, generan incentivos perversos, por ejemplo, que solo un porcentaje bajo de su producción de oro fuera entregado, en particular la producción menos rica – la de bajo tenor–, pues a los operadores se les pagaba no por el oro efectivamente explotado, sino por figuras de compensación de diversos criterios: toneladas, onzas de oro explotadas o tenor, entre otros. Cabe aclarar que no por producir más toneladas se generan mayores ingresos o que por emplear más personas las minas son más productivas; en todo caso, si el porcentaje mencionado se pactaba en estos términos habría que pagar por ello, y los operadores pretendían maximizar su portafolio de mineral tratando de entregarlo en cada contrato según la figura que predominara en la contraprestación. Esto condujo a una alta volatilidad (De Lara Haro, 2005), pues no existía un compromiso de metas productivas ni menos unas reglas de juego claras.

Todo ello condujo a que de los 100 proyectos productivos iniciales quedaran menos de diez al finalizar el segundo año de la implementación. Así, fue necesario tener en cuenta la madurez de la gestión de los proveedores en su información operativa financiera, con el ánimo de identificar su punto de maduración y su plan de maduración en el modelo, y para ello hubo que considerar su horizonte del proyecto, es decir, si poseían un plan minero con información de corto plazo –seis meses, con los costos de las operaciones actuales– (Runge, 1998), o un horizonte para una relación de mediano plazo –un año, con una proyección de los costos acorde al tiempo–, o un plan estructurado –uno de cinco años y otro de tres años, las inversiones requeridas para ellos y los costos líquidos del proyecto– (Hartman, 1992).

En este punto se identificó la necesidad de tener un modelo que considerara la operación y los aspectos financieros en una sola herramienta que permitiera la maduración de los operadores, teniendo en cuenta que en el tercer año del proyecto de explotación ellos aportaban más del 60 % del mineral obtenido. Así, se estructuraron entrevistas de campo para conocer su método de explotación; estas entrevistas se aplicaron a grupos de menos de diez personas, seleccionadas teniendo en cuenta la capacidad fuerza-hombre para explotar y movilizar el material y la destreza para extraer únicamente el material con alta densidad de oro, que les permitía aumentar su ingreso potencial y reducir el costo de los equipos y la mano de obra (Uribe Marín, 2011). De esta manera, su experiencia empírica había optimizado el modelo productivo para este tipo de yacimiento.

Junto con la necesidad de alinear a los proveedores con el plan de producción de la organización, estos elementos fueron la base para permitir la maduración de su negocio minero en una gestión a largo plazo.

3.2 Justificación del trabajo

La toma de riesgos para un inversionista se racionaliza al disponer de herramientas que le permitan la medición y la gestión de la estrategia de inversión. Esta reflexión es relevante en industrias como la de la explotación minera subterránea, que requiere de capitales extranjeros en países en desarrollo como Colombia. La literatura muestra opciones como el cuadro de mando integral y el mapeo de la estrategia (Kaplan y Anderson, 2004); sin embargo, la dificultad de aplicación de estas herramientas radica en el modelado de sus cuatro perspectivas –la financiera, la de los clientes, la interna y la de crecimiento-aprendizaje– de forma práctica e integrada, para que orienten los objetivos estratégicos trazados a los logros operativos consolidados en una táctica funcional exitosa. En esta instancia surge la necesidad de obtener un modelo a la medida de cada alternativa de inversión que permita, de forma sencilla, establecer el diálogo para el logro de los objetivos en la organización, quizá considerando las perspectivas mencionadas, aunque en todo caso simplificadas, para la gestión del día a día operativo.

El deseo de realizar un proceso de explotación minera en la subregión del nordeste antioqueño, en particular en los municipios de Segovia y Remedios, impulsó a un grupo de inversionistas a establecer un modelo que fusionara la necesidad de una herramienta de control para sus inversiones con una realidad de alta complejidad social y política y la ausencia de alfabetización financiera, en la que las herramientas de gestión dependían de la honestidad de los compradores de mineral basada en las variables operativas que median la riqueza, pero que, según el comprador, eran heterogéneas. Por tanto, en el marco de “Hacer lo que es debido” (Sandel, 2011), se tomó la decisión de establecer un proceso de negociación para formalizar a los mineros informales, entendidos como los explotadores mineros que no tienen los requisitos legales para la actividad y evaden tributos al Estado por el desarrollo de su labor, además de la ausencia de estándares básicos para la seguridad y la salud en el trabajo. Esta iniciativa sacó a la luz los elementos que se requerían para compensar la actividad minera y cómo los mineros entendían su actividad.

En principio, los inversionistas deseaban desarrollar en su estrategia de negocio un proceso estándar de obtención aurífera incluyendo la extracción minera, la refinación y comercialización del oro y los demás procesos de apoyo, acompañados de elementos automatizados que facilitarían la explotación a gran

escala. Prontamente, esta estrategia no logró lo esperado, pues el yacimiento estudiado poseía vetas angostas e inclinadas de baja densidad (Kearey, Brooks y Hill, 2002), que hacen que volúmenes altos –toneladas– no impliquen un aumento de la riqueza (Runge, 1998), pues el tenor (Hartman, 1992) es heterogéneo. Para solucionar este problema y encontrar el punto de equilibrio de largo plazo –llamado *cut off* en la minería– fue necesaria la implantación del proceso de minería artesanal, que emplea un elevado número de personas para que, de forma focalizada, obtengan riqueza; este hecho obligó a la organización a hacer un cambio completo del modelo de negocio, que pasó de una operación de producción mecanizada con recursos modestos de mano de obra a una operación con una intervención mayor de los trabajadores. Así, debido a la necesidad de desarrollo de los proveedores – que no son otros que los explotadores informales que desarrollan la extracción minera–, hubo que transformar una estrategia de explotación a gran escala a una enfocada en la cadena de abastecimiento.

Redondeando la situación expuesta, es clara entonces la necesidad de obtener un modelo que vincule el direccionamiento de la estrategia del negocio con una maduración de los proveedores, y que además esté alineado con los elementos operativos y financieros que garanticen la sostenibilidad de la actividad productiva minera estudiada.

4. Marco teórico

El modelo operativo y financiero proviene del resultado de la fusión de conceptos en los niveles estratégico, táctico y operativo de la gestión empresarial. En el nivel estratégico se incluyen los valores, la misión, la visión y los objetivos de la organización como un todo que involucra las políticas de abastecimiento, dentro de las cuales están el relacionamiento con los proveedores, la gestión de la calidad, la legalidad y el control de la gestión de la pequeña minería, con el fin de sostener el proceso productivo minero artesanal.

Esta propuesta de modelo operativo financiero hace parte del modelo de negocio (Osterwalder, 2004) de la organización, en tanto articula a un socio clave y a los operadores de minería artesanal con las siguientes actividades fundamentales: obtener el mineral con el mínimo impacto ambiental usando métodos como la minería selectiva, analizar la información disponible e incrementar potencialmente las reservas producto de la exploración indirecta que permitirán complementar el modelo de bloques actual.

Desde la perspectiva de refinación, los mineros artesanales son un segmento de clientes que debe ser satisfecho con balances metalúrgicos, información confiable y una mejor recuperación del material refinado. Además, para garantizar la maximización de su vida útil como unidad productiva, evitar la depredación temprana de los recursos y satisfacer los criterios de inclusión y de beneficio sostenible de empleo a la comunidad, la asesoría para la explotación del mineral incluye expertos en geología y exploración. Estos elementos permitirán la diferenciación de esta explotación no solo mediante una contraprestación acorde con la estructura de los costos y las inversiones sostenibles del operador, sino también con la diferenciación de la eficiencia operativa. En este caso pretende considerar las actividades únicas y cómo medirlas, a fin de orientar a los proveedores en esta dirección para que rompa con la “frontera de la productividad” (Porter, 1996) y adicione valor a la cadena de abastecimiento del mineral y a la información de la exploración de largo plazo.

Para ello tuvo en cuenta el análisis de las cinco fuerzas de Porter (2008), que consideran la relación con los proveedores en el entorno de un negocio. En este sentido, estos deberán estar alineados (Kaplan y Anderson, 2004) con los objetivos estratégicos de la organización en sus diferentes dimensiones –la financiera, la de los clientes, la de los procesos, la del crecimiento y la de la formación y crecimiento– (2004); así, según cada dimensión, el modelo propuesto se centra en los elementos gestionables (Hill y Jones, 2009) de la siguiente forma:

- Dimensión financiera: se centra en los costos de operación del negocio, y a partir de estos en cómo realizar la contraprestación de los proveedores en función de la generación de valor al negocio; por ello se requerirá información de su actividad en el corto, el mediano y el largo plazo.
- Dimensión de los procesos: se centra en cómo medir la eficiencia, la eficacia y la efectividad (Davis, Aquilano y Chase, 2001).
- Dimensión de los clientes: se centra en los atributos por los cuales se compra el material; esto involucra las materias primas prácticas, el medioambiente y los derechos humanos, entre otros.
- Dimensión de la formación y crecimiento: se centra en cómo el conducir al proveedor en los niveles de madurez hacia un modelo productivo que aumente el valor a la organización.

En referencia a lo operativo, existen trabajos como los de Krause, Handfield y Scannell (1998), que orientan a los proveedores para mejorar su nivel de madurez, categorizándolos mediante una matriz de criticidad de las materias –v. la Ilustración 1– en función del riesgo de abastecimiento y las cuantías de su volumen. Esta matriz aporta una primera idea para priorizar a los proveedores en la determinación de su relevancia en el modelo. En esta misma dirección está el trabajo de Hartley y Choi (1996), que proponen un diagrama de flujo para el proceso de decisiones en el desarrollo de los proveedores; este estudio señala que los atributos de inicio para la evaluación son los siguientes: producto, calidad, servicio y costo.

De las anteriores y de otras propuestas examinadas se consideró como guía para la evaluación de proveedores el trabajo de Trent (2016) relacionado con el marco de la gerencia estratégica de suministros y sus procesos –v. la Ilustración 1–. Siguiendo estos pasos se identificó que los operadores mineros aportan el 60-70 % del ingreso operativo de la organización y que las operaciones con alto tenor –para reducir los consumos por toneladas– son uno de los objetivos estratégicos; sin embargo, el proceso subsecuente, que implica evaluar a los proveedores mineros, qué tipo de contratos y contraprestaciones recibirán, cómo administrar estos contratos y qué esfuerzos se deben realizar para mejorar su desempeño acompañado de la gerencia de relaciones, aún no estaban cubiertos en la gestión no obstante ser parte central del modelo operativo y financiero que pretende cerrar esta brecha.

Inicialmente, se cubrieron los trece principios subyacentes a la gerencia estratégica de suministros propuestos por Trent.

1) Las relaciones importan, pero no todas de igual manera

En este sentido se identificaron los proveedores susceptibles del proceso de contraprestación a partir del desempeño de la explotación. De todos, solo uno aportaba la mayor cantidad de mineral, pero su economía de escala y fortaleza de poder de negociación hacían inviable su sometimiento al modelo; así, su relación con la organización y la contraprestación respectiva se dejaron en manos de la alta dirección, con criterios de economía de escala y relaciones de largo y mediano plazo, pues es de interés que transforme su método de explotación de alto volumen a uno más sostenible y tecnificado.

2) Mejoramiento: un viaje interminable

La identificación de las fuentes de mejoramiento del proveedor en función de la estrategia de negocio es clave para el avance del modelo de maduración; por ello se identificaron los pasos para avanzar en el modelo.

3) Los procesos críticos

Es importante desarrollar procesos estandarizados con los proveedores para tener una base de suministros futuros de talla mundial, adaptada a las condiciones de explotación artesanal de la región.

4) La medición es esencial para el éxito

El modelo operativo financiero debe alimentarse de datos operativos reales y confiables que permitan compensar y direccionar a los operadores y sostener el suministro reduciendo los costos y maximizando la comprensión geológica del yacimiento.

5) Convertirse en una organización estratégica de suministro no se logra de la noche a la mañana

Una vez identificado el modelo, es peligroso exigir una maduración acelerada; una comparación de las mejores prácticas en otras localidades señala que es importante adaptar el modelo en cada instante del proceso de maduración y dar el espacio de aprendizaje al proveedor.

6) Creatividad en la gerencia de suministro

La gerencia de suministro debe ser creativa, incluso en lo asociado con el desarrollo del modelo, y debe tener reglas que se adapten al negocio minero artesanal y generar valor en la orientación de la sostenibilidad del negocio. Nada está vedado *a priori*; todas las posibilidades deben ser abordadas.

7) La gerencia estratégica de suministro va mucho más allá de lograr el precio más bajo

Los acuerdos que permitan lograr el modelo operativo financiero deben tener su centro en la minimización del costo total de aprovisionamiento del mineral, no en el óptimo local de cada contrato con un mínimo costo de adquisición.

8) El riesgo no debe olvidarse

En el modelo la gestión se deben considerar los riesgos, que van de la mano de la cobertura de las inversiones y la sostenibilidad de los proveedores mineros.

9) La gerencia estratégica es más organizacional que funcional

El modelo debe involucrar toda la cadena de abastecimiento, es decir, incluir procesos como la báscula, la logística, la refinación y la comercialización, que involucren un espectro amplio y sostenible.

10) El número de proveedores no es relevante

Más que el volumen que permita cobijar el modelo, lo importante es la calidad y la sostenibilidad de los cobijados en él; es vital generar la identificación con el modelo y la equidad en el proceso.

11) Actividad no significa cumplimiento

El modelo debe generar más que un conjunto de actividades por cumplir: debe proveer una relación de largo plazo en la que solo el pago y la entrega de mineral en una fecha pactada permitan integrar el modelo de exploración con un costo bajo.

12) Cada industria maneja la gerencia estratégica de suministro a diferentes ritmos

La industria minera tiene un ritmo de maduración acorde con su proceso productivo, y por ello no se deben esperar cambios anticipados a los propios estándares de ella.

13) Las personas adecuadas son la clave de la gerencia estratégica de suministro

Las aptitudes de los involucrados en el modelo son primordiales para su sostenibilidad y también son el aporte productivo hacia su mejoramiento (Trent, 2016).

El proceso de evaluación de los proveedores se puntualiza con una evaluación formal; esto involucra una visita al sitio físico de la ubicación de la explotación minera para obtener una visión del desempeño real de su conocimiento y gestión. Se debe considerar la debida diligencia teniendo conciencia de que se le está comprando al proveedor un producto explotado y no sus habilidades, por lo que el modelo evalúa el producto de la explotación –el tenor, las toneladas– para su contraprestación, no las cualidades de la operación.

Dentro de las herramientas desarrolladas están las plantillas de valoración operativa y financiera para la selección de los proveedores. En ellas se elaboró una hoja de cálculo que permitió simplificar la información que va a ser evaluada y tener cuadros de comparación adecuados. Esto permitió comparar los resultados históricos de la producción, las inversiones, el capital de trabajo y los costos para alimentar el modelo y ubicar al proveedor y su ruta hacia el mejoramiento.

Para ingresar al modelo y validar los operadores se empleó para el puntaje Z de Uradnicek (citado por Trent, 2016) para las empresas privadas, a fin de considerar hacia el futuro solamente las empresas de explotación minera y

evidenciar cómo el modelo permite mejorar el puntaje Z conforme aumenta su nivel de madurez.

$$Z = 6,56 * \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Total activos}} + 3,36 * \frac{\text{Beneficios no distribuidos}}{\text{Total activos}} + 6,72 * \frac{\text{EBIT}}{\text{Total activos}} + 1,05 * \frac{\text{Patrimonio neto}}{\text{Total activos}}$$

Fuente: Trent (2016), citando a Uradnicek.

Donde,

si $Z < 1,1$ = zona roja: el proveedor esta financieramente en riesgo.

si Z está entre 1,1 y 2,6 = zona amarilla: hay algunas áreas de preocupación financiera.

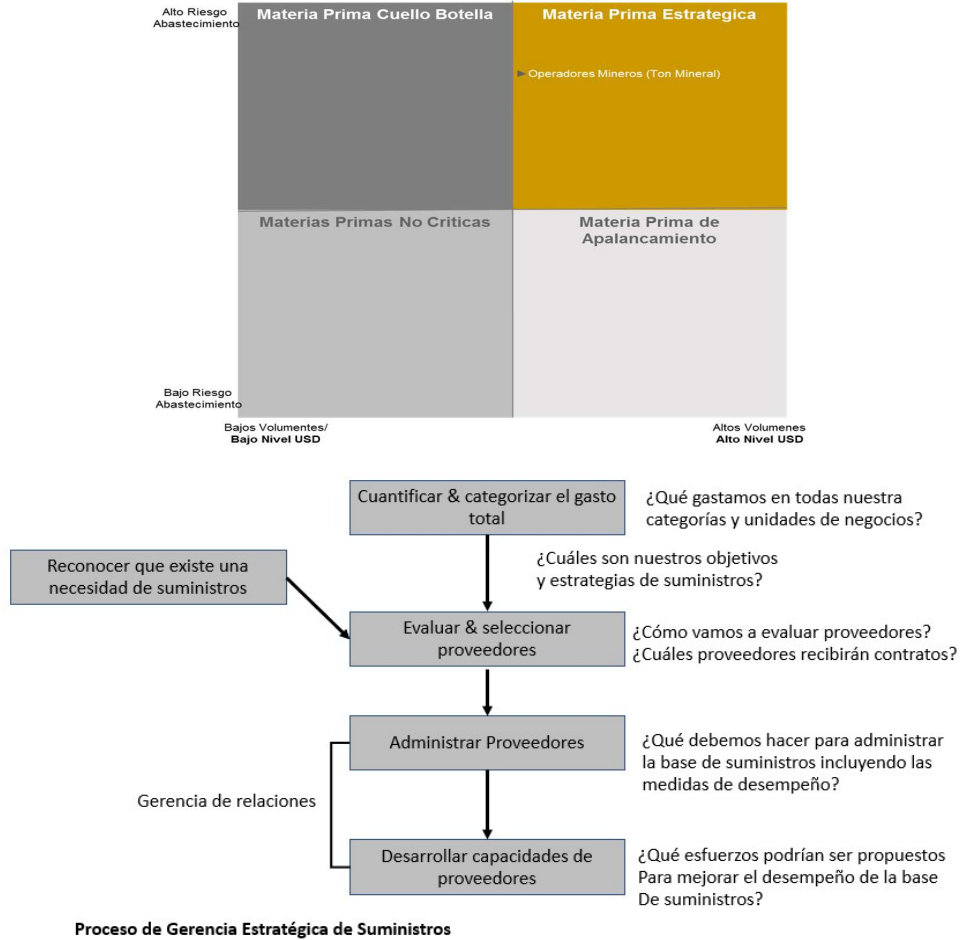
si $Z > 2,6$ = zona verde: el proveedor está financieramente bien.

Adicionalmente, se emplearon herramientas de terceros como Data Crédito y SARGLAFT para conocer los datos que apoyan la aprobación de los proveedores dentro del modelo, así como revisores fiscales, con la información financiera para soportar los datos a ingresarlos en las hojas de cálculo.

La categorización de los proveedores mineros se puede construir a partir de sus atributos, de forma tal que se considere su nivel de riesgo (Bravo Mendoza y Sánchez Celis, 2012) y se los valore como un proyecto financiado en conjunto (Revello de Toro Cabello, 2013), pero con la particularidad de que deberá ser tasado como un negocio en marcha que posee costos e inversiones y genera una producción determinada, por lo que deberá someterse a unos criterios de decisiones de inversión como la producción estimada para una inversión determinada, el nivel de certidumbre, la información disponible y los costos presentes y futuros del proyecto, entre otros (Vélez Pareja, 2013).

La Ilustración 1 muestra la matriz de criticidad de las materias y la gerencia estratégica de suministro.

Ilustración 1. Matriz de criticidad de las materias y gerencia estratégica de suministro



Fuente: Krause, Handfield y Scannell (1998); Trent (2016).

Dentro de los gestión de los costos es importante tener en cuenta la madurez de los proveedores en la estrategia de control, los análisis de su operación y de sus costos (Narayanan, 1995), la medición de la rentabilidad (Kaplan, 1999) y la exposición de sus costos en relación con las variaciones de su plan productivo (Simons, 1987), hasta llevarlos a los niveles de madurez deseados, en coherencia con las diversas dimensiones, tal como se muestra en los modelos de costeo basados en la actividad y el tiempo (Kaplan y Steven, 2003; Kaplan y Steven, 2004).

5. Materiales y metodología

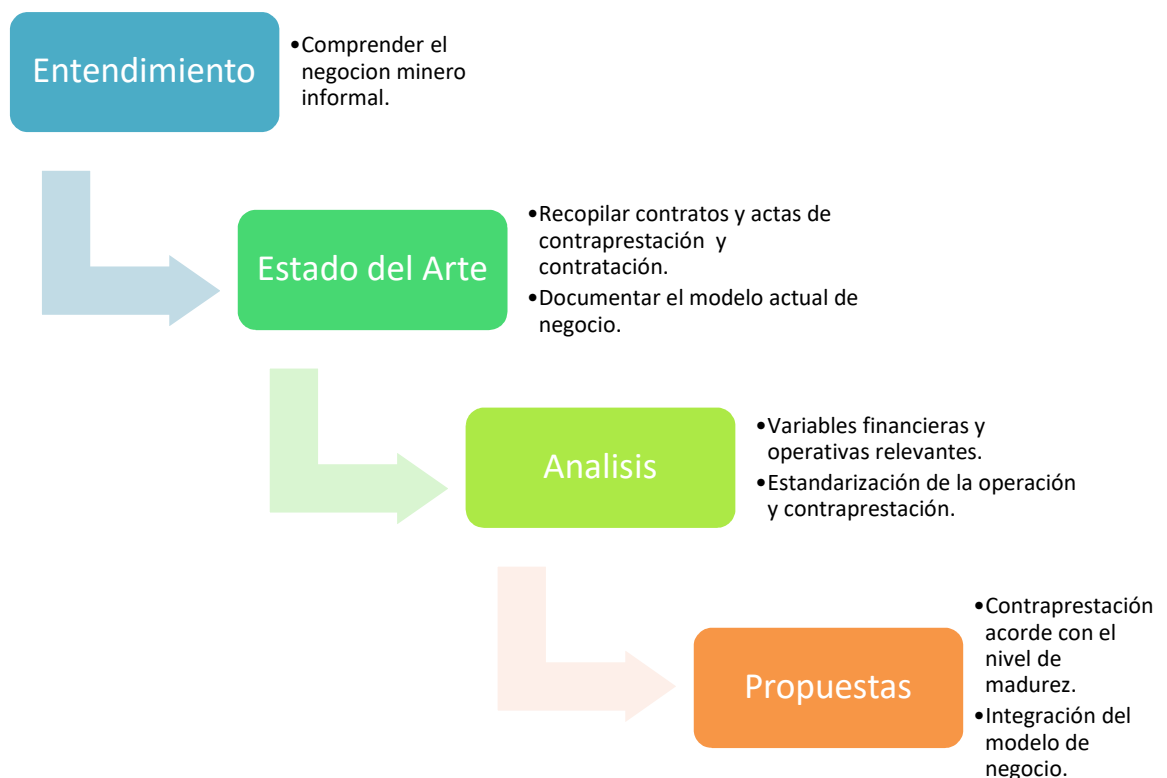
5.1 Materiales

Los materiales usados en este trabajo son herramientas de ofimática y textos de soporte bibliográfico.

5.2 Metodología

El proceso metodológico se constituyó en cinco fases, como se muestra en Ilustración 2; estas son mutuamente complementarias.

Ilustración 2. Fases de desarrollo del modelo



Fuente: elaboración del autor.

1) Entendimiento

El proceso minero de explotación informal se compone, entre otras, de las siguientes sub-etapas: perforación, voladura, acarreo, bombeo y ventilación; la gran diferencia con otros procesos mineros reside en la minimización de los accesos y el empleo de recursos mínimos en la infraestructura. Cabe anotar que este proceso también abarca etapas previas como la prospección, la exploración, el desarrollo y la preparación, aunque en el caso de mineros informales estas etapas tienden a estar minimizadas e integradas a la explotación por la necesidad de flujo de caja, lo que impide la estructuración de sus procesos y la identificación plena de las actividades *in situ*. En este punto, la necesidad de sobrevivencia de los proyectos riñe con la vida útil del activo minero, pues la urgencia imperiosa de recursos implica someter a su personal a los riesgos y dañar los recursos con accesos inadecuados o improvisados. Estos hechos permitieron identificar como factores claves el tiempo de expectativa de retorno de las inversiones –como mínimo– y la integración de las etapas mineras en una sola gran explotación para la sobrevivencia del proyecto. En esta etapa se incluye el análisis descriptivo, es decir, la recopilación de estadísticas. El análisis se construye así:

Encontrar las relaciones entre la toma de decisiones y los niveles de productividad

Se identificó que los operadores mineros se guían en la explotación minera artesanal por maximizar la densidad de oro por tonelada –el tenor–, a fin de emplear un número pequeño de trabajadores; esto es consecuencia de los bajos niveles de inversión que requieren la explotación y la reducción del capital operativo disponible para estos altos niveles de riesgo, que implican un alto retorno en un tiempo corto, al tener unos tenores mayores.

Identificar la información clave para accionar la toma de decisiones

Se identificó que los niveles de los tenores son la variable que debe optimizarse; para ello se hicieron estructuras mediante inversiones de pequeñas dimensiones, con el propósito de que, a través de un bolso, una persona pudiera transportar manualmente los materiales; de este modo no hay inversiones de acarreo relevantes. Como consecuencia, los costos tradicionales por tonelada para medir el desempeño de una explotación en la industria minera no son el mejor indicador para este tipo de actividades, pues la minimización de las toneladas y las altas compensaciones entregadas a los mineros artesanales para lograr transportar tenores mayores traen consigo que este indicador arroje datos no concluyentes de su productividad.

2) Estado del arte

Se recopiló información histórica de los contratos y las actas de compra de mineral, la forma de compensación y las figuras operativas y financieras para contraprestar los servicios mineros. La intención era identificar los criterios y los análisis que soportaron la toma de decisiones previas y estandarizar el modelo de análisis, a fin de obtener una propuesta de flujo de proceso que permitiera pagar la explotación de minera de forma equitativa y según las metas operacionales.

Para lograr esta etapa se establecieron los principios para la recolección masiva de datos y su interpretación así: definiendo los contratos de operación preexistentes y antiguos y la mejor forma de identificar los puntos de acuerdo y balance en las relaciones con los operadores mineros artesanales. Adicionalmente, los reportes de producción del área que administra los contratos se cruzaron con la vigencia, los costos en dólares norteamericanos pagados efectivamente por onza y la continuidad de la operación del operador, a fin de establecer los acuerdos que permitieran mejorar tanto la productividad de los mineros como darles continuidad en su trabajo. Estos formatos incluyeron la curva de producción en toneladas, las onzas, los tenores y los riesgos materializados que afectarán la operación: paros, desastres naturales y seguridad industrial, entre otros.

Para ello se llevaron a cabo tres etapas que evolucionaron entre sí: la investigación exploratoria –por qué la producción crece frente a su contraprestación–; la investigación descriptiva –por qué los mineros entregan su producción a terceros y cómo puede ser más atractiva la contraprestación ofrecida por la organización–; y la identificación de los factores causales –cómo la contraprestación de la organización limita la venta de material a terceros.

Estas etapas se complementaron con la recolección de datos a través de encuestas a los operadores mineros, reportes propios de producción y comparando este material con los criterios de parametrización relevantes de compensación.

Para el desarrollo de la encuesta a los operadores se tuvieron en cuenta las siguientes etapas:

- Detallar un listado de la información requerida.
- Establecer el método de recolección acorde con los tiempos operativos y sus características.
- Un borrador de las preguntas.
- Diseñar el flujo de proceso de las encuestas acorde a cada uno de los sitios de trabajo que iba a ser encuestado.
- Evaluar el piloto de las encuesta en ambientes reales.
- Ajustar los formatos y los procedimientos.
- Implementar la encuesta final y analizar los resultados.

3) Análisis

Se emplearon los criterios de moda para los atributos con mayor uso previo en los contratos de contraprestación identificando los atributos operacionales y financieros ampliamente aceptados para medir y compensar el trabajo realizado en la minería informal, y con estos elementos se estableció la evolución y la madurez del modelo. Además, se incluyó un análisis descriptivo, es decir, una descripción y una previsión de eventos futuros usando modelos causales y series de tiempo para validar, con el presupuesto y las metas productivas, los efectos en la operación del operador y las metas de *cash cost* (USD/oz). Se definieron las tendencias de los datos productivos y las distribuciones de probabilidad de las compensaciones según los intervalos de confianza. Para evitar la insostenibilidad de las operaciones se incluyó una capacitación a los contadores y al personal operativo para identificar claramente las inversiones de sus operaciones que poseen un tratamiento de amortización para los beneficios fiscales y los costos de corto plazo asociados con una producción determinada, con el ánimo de establecer las variables de análisis y proyección según su naturaleza de inversión y los costos y gastos de cada actividad, y compensarlos por su operación según estos elementos.

4) Propuesta

Se definieron los niveles de madurez en función de las metas del negocio y se integró la propuesta al modelo de la gran explotación, a fin de optimizar los recursos y beneficiar las inversiones del negocio. Para lograr esto se efectuaron reuniones de capacitación para la adopción de la nueva contraprestación, se indicaron los beneficios, se ubicaron a los operadores en cada uno de los niveles en función de su nivel de madurez, y se definió un cronograma de avance de niveles y de compensaciones para superar las metas productivas y el reconocimiento por la evolución de estas.

6. Desarrollo del proyecto

La Ilustración 3 muestra los niveles de madurez del modelo propuesto.

Ilustración 3. Niveles de madurez del modelo propuesto



Fuente: elaboración del autor.

6.1 Modelo operativo financiero propuesto

El modelo operativo financiero propuesto se estructura a partir de cinco niveles de madurez que van de la mano de las variables operativas mayores en los pasos iniciales de maduración: el tenor, la tonelada y las onzas de oro, entre otras. Luego el modelo evoluciona a variables financieras como el costo y la inversión, para finalmente plantear la integración con el modelo de cuadro integral de la organización, al poseer la información para lograr el alineamiento.

6.1.1 Nivel de informalidad (grado de madurez cero)

Se caracteriza por la ausencia de documentación, de recopilación de datos y de análisis del proceso productivo, todo ello como producto de la informalidad del desarrollo del negocio de minería en la zona de influencia; no existen orientaciones de exploración minera para adelantar el trabajo de prospección económica de un proyecto, y menos una idea de los niveles reales de producción, el pago de impuestos o los costos. Esto se explica porque el pago a los trabajadores es

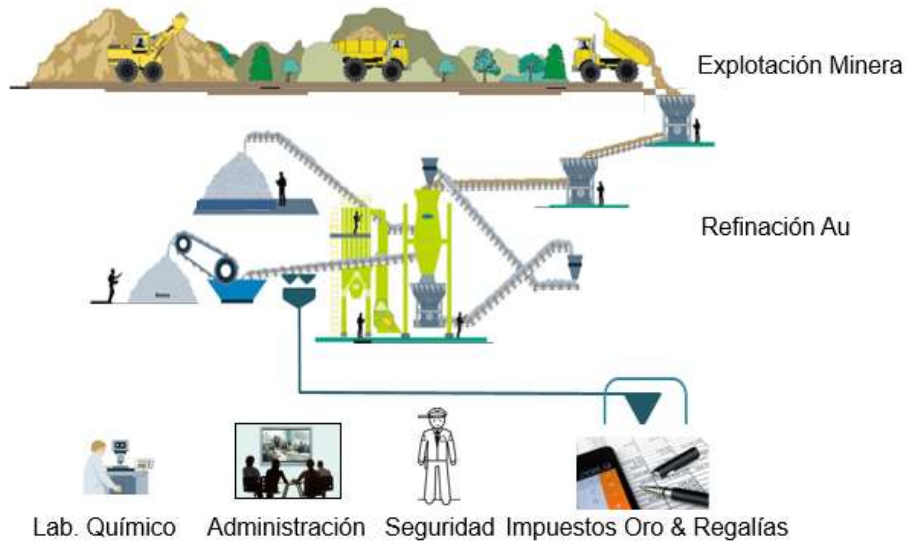
producto de un reparto de porciones en especie de lo que ellos obtuvieron durante la producción; además, hay ausencia de procesos y de conocimiento acerca de cómo se desarrolla la actividad. En este escenario, la organización posee dentro de su área de inversión –que será llamada “el 100 % del área de derechos– solo el 21 % de las zonas donde realmente desarrolla su actividad, y cerca del 79 % de las áreas improductivas o invadidas por operaciones irregulares.

En este contexto, la organización inicia un proceso de formalización minera para recuperar la mayoría de su área de inversión mediante el reconocimiento a la actividad artesanal de minería, aunque es consciente de los riesgos sociales, ambientales y legales que implica permitir –como ocurría– el desarrollo de esta actividad en su zona de influencia por parte de las autoridades locales, regionales y nacionales. Esto viene acompañado de multas, sanciones y litigios, producto de la imposibilidad de desalojar a los operadores ilegales, pero solidario, por ser ellos los titulares del área ante las autoridades de daños ambientales, sociales y demás, generados por estas actividades ilegales.

Producto de este trabajo de forma individual, segmentado por volúmenes de producción, se alcanzó la primera fase de los contratos de operación, en los cuales se tuvieron como variables relevantes la tonelada métrica de mineral rico en oro, las onzas de oro troy que resultaran de la actividad metalúrgica de beneficio en la planta de la empresa y la densidad del oro de la tonelada métrica –el tenor–; estos elementos condujeron a la creación de algunas curvas y un cruce de variables de las negociaciones que se realizaron, a través de la implementación de la teoría de juegos de suma cero (Taha, 2004), es decir, que lo que ganaba el operador minero lo perdía la organización y viceversa. Este acuerdo condujo a la obtención de unos niveles de producción importantes y necesarios para lograr el balance de los procesos aguas abajo de la explotación minera –donde opera la planta de refinación– para lograr los volúmenes nominales para su operación. Aun así, trajo consigo inconvenientes en los puntos de sostenibilidad del negocio a largo plazo.

La Ilustración 4 muestra el cuadro esquemático del flujo de procesos.

Ilustración 4. Cuadro esquemático del flujo de procesos



Fuente: elaboración del autor.

El proceso principal, la explotación minera, es alimentado por los procesos de refinación, laboratorio químico, administración, seguridad y pago de impuestos operativos, entre otros.

Al lograr incrementar los volúmenes, los procesos aguas abajo alcanzaron un mejor desempeño, pues son procesos de apoyo que dependen de la explotación; sin embargo, al no tener un estándar en las negociaciones, aparece una oscilación constante en los costos, en razón a que estos dependen de quién entrega la mayoría del material y con qué atributo, en función de la negociación lograda con el operador. Estas circunstancias impactan el modelo en la medida en que un ingreso operacional igual produce diversos márgenes operativos y consume gran parte del análisis de la administración para poder responder a preguntas y cuestionamientos sobre lo holgado o apretado del flujo de caja para el pago de las obligaciones de la organización a sus accionistas y acreedores.

Este nivel de madurez está caracterizado por las siguientes cinco variables:

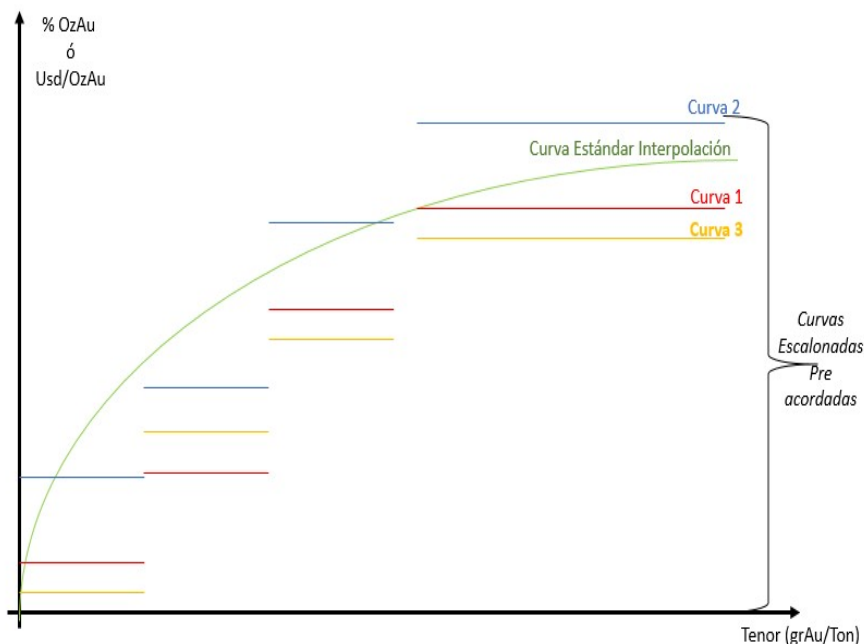
- Ausencia de información confiable operativa y financiera.
- Ausencia de separación y de análisis de los costos e indicadores operacionales.
- Visión operativa de corto plazo, menor al mes productivo.
- Pago de compensaciones mediante el reparto de materiales.
- Ausencia de pago de impuestos y tributos a la nación por esta operación.

6.1.2 Nivel de estabilización de la operación (grado de madurez uno)

Se caracteriza por enfocarse en los costos operacionales, es decir, por lograr que en un semestre los ingresos operacionales cubran los costos y gastos operacionales, además de los pasivos corrientes en el horizonte de tiempo mencionado. Para ello se realizó un análisis de las compensaciones de todos los operadores mineros en función de la producción que cada uno genera, es decir, las onzas de oro que producen respecto a la variable operativa del tenor –la densidad oro/tenor–. Como existían diversas curvas, el análisis se llevó a cabo mediante una interpolación del ajuste de los mínimos cuadrados (Navidi, 2006), que arrojó una curva cuya distancia es mínima en todo el conjunto de los puntos pre-acordados, para encontrarle un concepto de equilibrio o justicia (Sandel, 2011) a cada uno de los operadores (proveedores) mineros. A su vez, este cálculo arrojó un polinomio que permitió relacionar la gestión de un atributo de la explotación minera, específicamente el tenor, que explica qué tan eficaz es la obtención de oro por tonelada respecto al ingreso que genera dicha tonelada al obtenerse una onza de oro al final del proceso. El resultado permitió correlacionar el ingreso con un proceso de explotación minera, y, al emplear la expansión en series de Taylor (Apostol, 1969), permitió también ubicar los márgenes, los costos fijos y las variables (Berk, Demarzo, Harford, Ford, Mollica y Finch, 2014) de forma indirecta para lograr equidad en la compensación de todos los operadores mineros. Así, la variable del tenor fue tomada como el inductor de los costos, para que la actividad operativa quedara asociada con un resultado deseable y gestionable por los operadores mineros.

La Ilustración 5 muestra el resumen de las diversas curvas escalonadas respecto el porcentaje de oro en especie o su equivalente en dinero que se pagaría al obtener un determinado tenor, así como la gráfica de los mínimos cuadrados de interpolación.

Ilustración 5. Interpolación de las contraprestaciones



Fuente: elaboración del autor.

Esta aproximación se realizó al no disponer de información confiable del operador minero informal, es decir, que las compensaciones por fuera de los registros contables, los pagos en especie y otras erogaciones impidieron establecer una relación correcta entre las actividades, los esfuerzos y los resultados. Al realizar este análisis se supone que existe un comportamiento normal en las operaciones y que los suministros son obtenidos en lugares similares con desempeños comparables. Para cubrir las variables intrínsecas de los costos de suministro y de mano de obra, que cambian año a año, se decidió realizar la compensación en dólares norteamericanos, con el fin de cubrir, en virtud de la tasa de cambio, los efectos del mercado interno y generar un beneficio a los operadores por esta práctica, según la tasa de monetización en el instante de venta del mineral refinado.

Con esta información se procedió a entrevistar a los operadores acerca de sus costos fijos y variables, contrastando los resultados de la entrevista con los resultados obtenidos mediante la curva descritos. En ellas se logró observar que existen métodos de explotación variados y que, en función de los criterios del contador de la organización, hay diferentes criterios de capitalización o de carencia en los métodos de explotación; este hecho explica la razón por la cual existen

operadores que no amortizan sus inversiones en propiedad, planta y equipo, sino que los llevan con diversos criterios directamente a sus costos y no hacen viable, en algunos casos, su operación en corto plazo. En consecuencia, las inversiones de los operadores eran amortizadas de forma inmediata, haciendo inviable en muchas oportunidades las inversiones al carecer de una estructura de capital adecuada y de un financiamiento estructurado para cada uno de estos negocios, o impidiendo el crecimiento y la mejora de ellos al no gestionar de forma adecuada el crecimiento orgánico de la organización.

Este nivel se caracteriza por las siguientes variables:

- Estimación de la información operativa y financiera concerniente a los costos y márgenes de forma indirecta.
- Primeros pasos en la separación y el análisis de los costos y los indicadores operacionales.
- Visión operativa a mediano plazo, menor a un año.
- Pago de las compensaciones mediante el análisis de la información de los costos y márgenes de cada operación.
- Primeros pasos para el pago de impuestos y tributos a la nación.

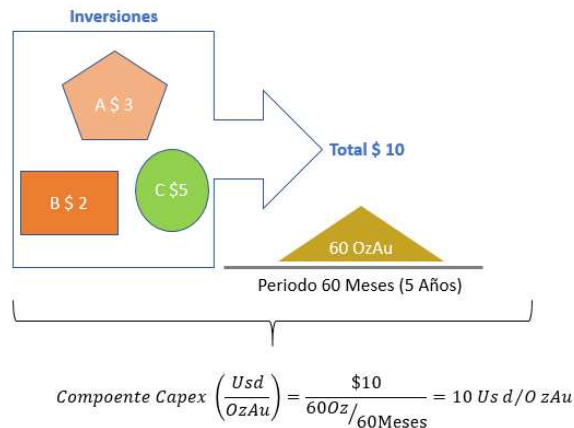
6.1.3 Nivel de visión del futuro (grado de madurez dos)

Se caracteriza por estar enfocado en la separación de los costos operacionales y las inversiones en la operación, es decir, en lograr que en el intervalo de un año los ingresos operacionales cubran los costos y gastos operacionales, las inversiones amortizadas y los pasivos corrientes en ese horizonte de tiempo. Para ello se tomó como base la curva estándar de compensación que hace la cobertura de los costos fijos y variables en dólares norteamericanos, en función del inductor de costos –el tenor (gr de Au/T)–, que permite asociar la productividad en toneladas (T), con su eficacia (oz Au). Con esta base se evaluó una metodología para ayudar a la cobertura de las inversiones en el horizonte de un año –o más– mediante la valoración (García Serna, 2009) de los activos involucrados y su sinergia en la sostenibilidad o la ampliación de la producción.

Operativamente hablando, esto equivale a tomar la inversión en el tiempo de amortización y dividirla por la producción de estos períodos, o, lo que es lo mismo, depreciarla por unidades producidas –en este caso, onzas de oro, oz Au–, para que al expresarla en USD/oz Au pueda ser incluida en la curva de contraprestación y reconocimiento a las inversiones productivas de esta operación.

La Ilustración 6 muestra un esquema en el que una inversión de USD 10 en cinco años (60 meses) se espera que genere 60 oz Au; así, se adicionarían 10 USD/oz Au a la contraprestación para apoyar esta inversión productiva.

Ilustración 6. Estimación del componente de inversión del operador



Fuente: elaboración del autor.

En este nivel de madurez, el reto radica en obtener los criterios de capitalización homogéneos para los diferentes operadores mineros, a fin de alcanzar un componente de contraprestación de estas inversiones homogéneo y comparable. Naturalmente, este nivel exige el desarrollo de una política de capitalización de los activos productivos que permita reconocer los esfuerzos por el aumento de la productividad, el retorno de la inversión y la prospectiva (García Serna, 2009). Aquí se pueden articular las inversiones de la organización con las de los contratistas operadores mineros, en procura de obtener sinergias y evitar la duplicidad de esfuerzos (Goldratt y Cox, 2005). La idea es alinear las visiones de la organización y sus contratistas a mediano y largo plazo.

Este nivel se caracteriza por las siguientes variables:

- Estimación del efecto de las inversiones.
- Separación de las inversiones y los costos operativos.
- Visión operativa de largo plazo, mayor a un año.
- Pago de las compensaciones mediante el análisis de la información de los costos y las inversiones de cada operación.
- Pago de impuestos de manera formal.

6.1.4 Nivel del modelo de negocio (grado de madurez tres)

En este nivel se consigue el levantamiento de los procesos de explotación artesanal y se pueden identificar los costos fijos y variables del proceso, los niveles actuales de producción y las perspectivas de producción asociadas con las inversiones

requeridas. Aquí se adapta la curva estándar de contraprestación a un modelo que sea acorde con los atributos del yacimiento minero y las perspectivas, en coherencia con el modelo de negocio de la organización dueña del título de explotación.

Al obtener el portafolio de proyectos de explotación de los operadores mineros ajustados con su viabilidad técnico-económica, es posible priorizar las compensaciones y alimentar el modelo de negocio de la organización para buscar el mínimo costo total de sostenimiento. Adicionalmente, permite integrar en un solo portafolio los proyectos de inversión de la organización y de sus proveedores, lo que podría reducir los requerimientos de financiamiento externo de los operadores y optimizar el uso de los activos de estas empresas al llegar a acuerdos de inversiones mutuas y un mayor empleo de la disponibilidad neta de cada uno de estos proyectos. Cabe anotar que, adicionalmente, esto permitirá que los operadores se involucren dentro de su proceso de madurez no solo en la explotación minera, sino también añadiendo la conciencia de la gestión integral que dicho proceso involucra desde lo ambiental y social, de seguridad industrial y otras dimensiones que, al conocer el portafolio conjunto de inversiones, les ayudan a conocer en conjunto cada vez más su negocio.

Para alcanzar este nivel es necesario compartir la arquitectura empresarial, con sus diversas capas, como se muestra en la Ilustración 7.

Ilustración 7. Capas de la arquitectura empresarial



Fuente: EY (s. f.). Sitio web <https://www.ey.com/co/es/home>

En este punto se debe incluir la gestión de los riesgos, ya no en cada proyecto de explotación minero por separado y el de la organización por aparte, sino a través de las sinergias; a esta fusión se la denomina “Gestión de los riesgos en conglomerado” (Bravo Mendoza y Sánchez Celis, 2012). Al coordinar las actividades para la

cobertura de los seguros y los reaseguros, por esta vía se logra una reducción en los costos de las primas.

En industrias primarias como la de la explotación minera, la gestión de los riesgos es uno de los principales componentes del costo; esto involucra la gestión de la seguridad industrial, la gestión ambiental, la acción social y la seguridad física, entre otros procesos transversales al negocio. La gestión de los riesgos permite una mejora del negocio integrado en lugar de cada negocio por separado.

Este nivel se caracteriza por las siguientes variables:

- Gestión de los riesgos y prospectiva operativa y del negocio.
- Reducción de los costos fijos vía la sinergia operativa consolidada.
- Optimizar el portafolio de proyectos al incluir inversiones en conjunto para optimizar el uso de las adquisiciones.
- Ajustes de las curvas de compensación en cada operación incluyendo sus inversiones.
- Gestión coordinada de los pagos de impuestos y tributos, con miras a maximizar los márgenes de utilidad después de impuestos.

6.1.5 Nivel de la estrategia del cuadro de control (grado de madurez cuatro)

Este nivel dispone de una gran variedad de información que permite establecer las actividades, los tiempos, los insumos y los demás elementos orientadores del costo total de sostenimiento –costos, gastos e inversiones.

Con la información obtenida, la organización deberá de forma paulatina medir dentro de su cuadro de mando integral una mejora de su desempeño por la maduración de los operadores, esto es, dentro de la perspectiva de los clientes en lo asociado con las inversiones en conjunto; en la perspectiva de los procesos internos que, como proveedores de su proceso de explotación minera, aportarán más producción reduciendo riesgos de una sola fuente de mineral; en la perspectiva financiera, como mejora de los costos de sostenimiento, pues su producción será compensada con su productividad; y en la perspectiva de crecimiento, al nutrir el negocio con el conocimiento de cada parte del yacimiento y el desempeño de cada operación minera sin la necesidad de grandes inversiones en exploración, para permitir una mejora mediante el muestreo de los datos de explotación real de cada operador.

En este nivel de madurez se puede integrar la información en un solo cuadro de gestión (Kaplan y Anderson, 2004), con el cual se pueden gestionar de forma integral los riesgos, ajustar la estrategia de negocios en el abastecimiento minero y optimizar los costos mediante el uso de técnicas como el análisis estándar de los costos para identificar desviaciones (Narayanan, 1995), e integrar inductores de

costos por tiempo y gestión de la actividad (Kaplan y Anderson, 2004). En este nivel es posible desarrollar la minería de datos y tener socios de negocio.

Este nivel se caracteriza por las siguientes variables:

- Gestión de los riesgos integrada del negocio.
- Reducción de los costos fijos y variables vía la sinergia operativa y la prospección.
- Optimizar el desempeño del cuadro de mando integral mediante el seguimiento de la gestión del modelo operativo y financiero propuesto.

Finalmente, este modelo de madurez permite pasar de una relación contractual a una relación de modelo de negocio integrado que permite transferir conocimiento y aumentar la probabilidad de supervivencia de los operadores mediante el apoyo financiero de sus iniciativas de inversión y sostenimiento.

7. Cronograma

La Ilustración 8 muestra el cronograma del desarrollo de la metodología.

Ilustración 8. Cronograma del desarrollo de la metodología

	201801	201802	201803	201804	201805	201806	201807
Entendimiento							
Estado del Arte							
Análisis							
Propuesta							

Fuente: elaboración del autor.

8. Conclusiones

Este trabajo presenta un modelo de maduración producto de la metodología expuesta, que se fundamenta en las variables operativas –por ejemplo, el tenor– que permiten asociar el ingreso de la explotación que se alcanza con el oro fundido en lingote y la tonelada de mineral aurífero asociada al nivel de esfuerzo, el número de trabajadores requerido para extraerla, el esfuerzo de inversión para lograr llegar al punto de explotación, y el manejo financiero de los costos fijos y variables en el área de operación y de las inversiones. Todo ello cimienta la contraprestación y permite evolucionarla, a fin de ajustarla a las nuevas condiciones del mercado local independientemente de la cotización internacional del oro, que no es gestionable por el personal de operaciones. Así, se facilita separar este modelo de maduración del modelo básico de reparto en función de los precios de la materia prima, y fundamenta la necesidad de una mejora operativa para gestión del negocio.

El nivel de madurez e integración de los proveedores con el macro-proceso productivo minero de la organización facilita no solo la justa contraprestación, sino que potencia la adquisición de productos y servicios a mejores precios y condiciones de calidad si se integra la operación de los operadores mineros con la propia, facilitando el acceso no solo a precios competitivos de economías de escala, sino la transferencia de conocimiento minero de prácticas internacionales a las comunidades de las zonas de influencia, y reduce los factores de riesgo que la informalidad y la ilegalidad potencian allí, sin la ruta de maduración que el modelo contempla.

El modelo de maduración propuesto, con sus cinco pasos, permite esbozar una primera aproximación a trabajos futuros que incluyan dimensiones variadas desde perspectivas sociales y medioambientales que integren un modelo que facilite la gestión de los riesgos en un proceso productivo en las zonas de influencia de las operaciones –la subregión del nordeste antioqueño.

El modelo de maduración propuesto es producto de una metodología de cuatro pasos simples que pueden ser empleados en otros casos de negociación con los mineros informales para permitir la formalización y la mejora de las condiciones del negocio en la subregión del nordeste antioqueño.

Los niveles de maduración, del cero al cuatro, están correlacionados con la evolución de la explotación minera artesanal y, adicionalmente, permiten identificar los atributos requeridos para solventar las finanzas de su desempeño.

La implementación del modelo de maduración en zonas diferentes a la zona de explotación actual facilitaría potencialmente la reducción de los montos de inversión en exploración, pues la inserción de los datos de los operadores en un modelo integrado de inteligencia artificial de bloques geológicos proporcionaría la identificación temprana de zonas de alta probabilidad de ser recursos viables para un proyecto integrador de gran escala que no desplace a las comunidades artesanales, sino que las involucre en un proceso constructivo de conocimiento y maduración productiva.

El modelo de maduración propuesto ha permitido establecer los indicadores de gestión en el cuadro de mando integral que permiten validar el cumplimiento presupuestal de las metas operativas de producción y los costos. Esto se evidencia en la mejora de las estimaciones de largo plazo, en el horizonte 2019-2024.

9. Recomendaciones

Establecer un proceso automático de actualización de los supuestos del modelo propuesto en función de los cambios del entorno de negocio –la inflación, las tasas de cambio y las escalas salariales, entre otros–, que permitan la actualización de los costos fijos y variables del modelo ajustándolos a las realidades de cada operador.

Establecer un comité conjunto de inversiones entre la organización y los proveedores mineros informales, a fin de optimizar los beneficios esperados, minimizar la inversión y garantizar el impacto en los beneficios esperados.

Complementar el modelo propuesto con bonos, en función de mejorar el nivel de maduración, que permitan incrementar el empoderamiento del compromiso por la mejora de los operadores.

Integrar criterios que permitan evaluar la continuidad de los operadores en el modelo de maduración y excluir a los que no estén involucrados en el proceso de mejora esperado.

Incrementar la gestión de los riesgos operativos en las unidades mineras e integrarla en la gestión de la organización, a fin de homogeneizar los criterios, el tratamiento y demás gestiones, a fin de que la gestión de los riesgos se integre como una dimensión adicional en la maduración del modelo propuesto.

Implementar herramientas de minería de datos e inteligencia artificial para integrar el modelo de maduración a procesos de certificación de reservas de la organización que maximicen y aporten a la cotización de compañías públicas a partir de trabajos sociales.

Involucrar las prácticas artesanales exitosas en las operaciones actuales y futuras de nuevos proyectos, incluyendo el fortalecimiento y la inclusión de estas cooperativas mineras en nuevas áreas de explotación, donde su experiencia y competencias sean requeridas.

10. Referencias

- Apostol, T. M. (1985). *Calculus*, vol. II. Barcelona: Reverté. Disponible en <https://mat1630.files.wordpress.com/2010/08/apostol-calculo-vol-2.pdf>
- Berk, J., Demarzo, P., Harford, J., Ford, G., Mollica, V. y Finch, N. (2014). *Fundamentals of corporate finance*. Toronto: Pearson.
- Bravo Mendoza, Ó. y Sánchez Celis, M. (2012). *Gestión integral de riesgos*. Tomo I. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Icontec.
- Davis, M. M., Aquilano, N. J. y Chase, R. B. (2001). *Fundamentos de dirección de operaciones* (3.ª ed.). Trad. L. E. Carretero Díaz. España: McGraw-Hill Interamericana.
- De Lara Haro, A. (2005). *Medición y control de riesgos financieros*. México: Limusa.
- García Serna, Ó. L. (2009). *Administración financiera: fundamentos y aplicaciones*. Colombia: Prensa Moderna.
- Goldratt, E. M. y Cox, J. (2005). *La meta: un proceso de mejora continua*. Madrid: Díaz de Santos.
- Harris, C., Harris, R. y Streeter, C. (2016). *Lean supplier development: Establishing partnerships and true costs throughout the supply chain*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Hartley, J. L. y Choi, T. Y. (1996). Supplier development: Customers as a catalyst of process change. *Business Horizons*, 39(4), 37-44, julio-agosto.
- Hartman, H. L. (1992). *SME Mining Engineering Handbook*, vol. II. (S. G. Britton, ed.) Alexandria, VA: Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
- Hill, C. W. (2007). *Negocios internacionales: competencia en un mercado global* (6.ª ed.). España: McGraw-Hill Interamericana.
- Hill, C. W. y Jones, G. R. (2009). *Administración estratégica* (8.ª ed.). Trad. N. N. Martínez S. México: McGraw-Hill.
- Kaplan, R. S. (1999). Kanthal (A) and (B), Teaching note. *Harvard Business School Teaching Note*, 190-115.
- Kaplan, R. S. y Anderson, S. R. (2004). Time-Driven Activity-Based Costing. *Harvard Business Review*, 82(11), 131-138, noviembre.
- Kaplan, R. S. y Norton, D. P. (1997). *Balanced Scorecard-Strategien erfolgreich umsetzen*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.
- Kaplan, R. S. y Norton, D. P. (2004). *Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*. Brighton, MA: Harvard Business Press.
- Kaplan, R. S. y Norton, D. P. (2006). *Alignment: Using the balanced scorecard to create corporate synergies*. Brighton, MA: Harvard Business Press.

- Kearey, P., Brooks, M. y Hill, I. (2002). *An introduction to geophysical exploration* (3.ª ed.). Hoboken, NJ: Blackwell Publishing.
- Krause, D. R., Handfield, R. B. y Scannell, T. V. (1998). An empirical investigation of supplier development: Reactive and strategic processes. *Journal of Operations Management*, 17(1), 39-58, diciembre.
- Lieberman, G. J. y Hillier, F. S. (2002). *Investigación de operaciones*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Narayanan, V. G. (1995). *Analyzing standard costs: Technical note*. Boston: Harvard Business School, 7 de noviembre.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Osterwalder, A. (2004). *The business model ontology: A proposition in a design science approach* [tesis de doctorado]. Écublens, Suiza: Université de Lausanne.
- Porter, M. E. (1996). What is strategy? *Harvard Business Review*, s. v., s. n., noviembre-diciembre. Disponible en https://iqfystage.blob.core.windows.net/files/CUE8taE5QUKZf8ujfYIS_Readin+g+1.4.pdf
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 25-40.
- Revello de Toro Cabello, J. M. (2013). *Manual de corporate finance y banca de inversión*. Las Rozas de Madrid: Delta.
- Runge, I. C. (1998). *Mining economics and strategy*. Alexandria, VA: Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
- Sandel, M. J. (2011). *Justicia: ¿Hacemos lo que debemos?* Barcelona: Debate.
- Simons, R. (1987). Polysar Limited. *Harvard Business School Teaching Note*, 187-198, noviembre.
- Slone, R. E., Dittman, J. P. y Mentzer, J. T. (2012). *Transformando la cadena de suministro: innovando para la creación de valor en todos los procesos críticos*. España: Profit.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Trent, R. (2016). *Gerencia estratégica de suministros*. Estados Unidos: 3R Editores.
- Urán, A. (2013). La legalización de la minería a pequeña escala en Colombia. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 14, 255-283, septiembre.
- Uribe Marín, R. (2011). *Costos para la toma de decisiones*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Vélez Pareja, I. A. (2013). *Decisiones de inversión para la valoración financiera de proyectos y empresas* (5.ª ed.). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

