

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

EVASIÓN EN EL SECTOR DE MINERÍA

Equipo de trabajo:

Dr. Sergio Colin Castillo. Coordinador general

Dr. José Refugio Reyes Valdés

Dra. Patricia Arrieta Robles

Ing. Juan José Guajardo Lara

C.P. Gabriel Eduardo Del Moral Yeverino

Dr. Leobardo Chávez Ruiz

Dra. María Magdalena Hernández Borrego

Diciembre2021

EVASIÓN EN EL SECTOR MINERÍA

Contenido

Resumen ejecutivo	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. LA MINERÍA Y SU IMPORTANCIA EN MÉXICO	4
<i>1. La actividad minera</i>	4
<i>2. Importancia del sector en la economía mexicana</i>	6
<i>3. La importancia de las contribuciones fiscales</i>	9
3. PANORAMA INTERNACIONAL	11
4. EVASION POR RECLASIFICACIÓN DE GASTOS	16
5. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL	17
<i>1. Impuestos y derechos</i>	17
<i>2. Variables contables para las deducciones del ISR</i>	20
6. ESTIMACIÓN DE LA EVASIÓN DEL ISR	21
<i>1. Base de Datos</i>	21
<i>2. Metodología</i>	25
<i>3. Estimación de la posible evasión</i>	33
7. RESULTADOS	36
8. CONCLUSIONES	40
9. RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS E INFORMÁTICAS	44
A N E X O S	48
<i>Anexo I. Metodología de obtención de grupos de evasión</i>	49
<i>Anexo II. Estadísticas secundarias.</i>	59
<i>Anexo III. Generalidades sobre el ISR y el pago de derechos en minería</i>	64
<i>Anexo IV. Aspectos técnicos en las explotaciones de minería</i>	69
<i>Anexo V. Comparando estructuras tributarias: El Cobre</i>	74

Resumen ejecutivo

México es un país históricamente minero cuya gran diversidad de yacimientos a lo largo y ancho del territorio nacional, lo posicionan entre los principales productores de minerales en el mundo. Como actividad económica, la minería posee un carácter estratégico por su composición de valor en sí, además de sus reconocidas facultades para inducir crecimiento en el resto del entramado productivo de cualquier región. Su ubicación al inicio de las cadenas generadoras de valor le permiten ser la base de otras actividades productivas. Por ejemplo, la participación del subsector de minerales metálicos y no metálicos en términos del PIB, durante el periodo 2015 al 2020, fue del 1%, pero en términos de recaudación fiscal tan solo contribuyó con el 0.3% del total nacional.

Considerando el contraste arriba señalado, entre la reducida participación del sector minería en la recaudación fiscal, que es mucho menor a su importancia económica o aporte al PIB nacional, el presente estudio examina una de las posibles razones de la baja participación del sector en la recaudación tributaria. En específico, explora una estrategia que se presume que las empresas mineras aplican para reducir el pago de contribuciones fiscales: disfrazar las inversiones como gasto (o reclasificación de los gastos) con el fin de aumentar sus deducciones.

Para analizar esta posible evasión, se utilizó información tanto de las Declaraciones Anuales como del Dictamen presentado por los grandes contribuyentes –personas morales que en el último año hayan tenido ingresos iguales o mayores a mil 250 millones de pesos- en los ejercicios de 2016 a 2019, del subsector de minería de minerales metálicos y no metálicos y del subsector de servicios relacionados con la extracción de minerales.

El método utilizado identificó conjuntos de contribuyentes en función de su posible grado de evasión en el Impuesto Sobre la Renta (ISR), dicho método utiliza árboles de decisión, la cual es una técnica que pertenece al ámbito de la ciencia de redes que sirve para identificar patrones no evidentes en el conjunto de datos. Posteriormente, se emplea una técnica de estimación directa para calcular el ISR potencial —impuesto que se debió recaudar— para luego estimar un monto de evasión al comparar el ISR potencial con el ISR recaudado para cada contribuyente. El monto de evasión estimado ascendió a 19,134.7 millones de pesos para los cuatro años analizados, cifra cuya dimensión e importancia se manifiesta al compararla, por ejemplo, con la recaudación reportada al Servicio de Administración Tributaria (SAT) derivada de grandes contribuyentes del sector (excluyendo a PEMEX, en conformidad con las estadísticas del SAT) durante el mismo periodo de análisis, ingresos que ascendieron a 59,362 millones de pesos. Es decir, la evasión estimada de los contribuyentes analizados representa poco más del 32.2% de lo recaudado.

Al final, además de evidenciar una posible evasión, este estudio plantea recomendaciones en el marco legal para clarificar y dar certeza jurídica en las tasas de depreciación aplicables en la actividad minera, y otras recomendaciones orientadas a utilizar la metodología planteada en esta investigación, la cual puede ser útil en la gestión fiscal de la actividad minera.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un aporte a la discusión en torno a la evasión fiscal en el sector de minería. En específico se presume que algunos proyectos mineros intentan beneficiarse de los incentivos fiscales o huecos en la ley. Este supuesto parte del hecho de que las inversiones en el sector pueden ser muy grandes, con costos hundidos (costos que no se recuperan), que requieren tiempos largos de amortización y maduración. Y en esta etapa de recuperación de costos, es muy probable que las empresas del sector minero declaren ganancias contables en sus estados financieros, pero no ganancias imponibles. Además, la idea de que existe evasión en el sector se refuerza cuando notamos que el sector minero (subsector de minerales metálicos y no metálicos y subsector de servicios relacionados a la minería, sin incluir extracción de petróleo y gas) participa con 1.4% en el PIB (para el periodo 2015-2020), mientras que su recaudación apenas es del 0.3% de la recaudación nacional (en el mismo periodo). En este caso, la interrogante clave sería ¿cómo detectar y cómo medir la evasión fiscal en el sector?

Con la finalidad de identificar posibles mecanismos implementados por las empresas mineras para realizar prácticas de evasión fiscal, se sostuvieron algunas reuniones con distintas áreas del SAT, se hizo una revisión exhaustiva del marco legal y se realizó un análisis de los datos, llegando a la hipótesis de que la evasión en el sector de minería podría ocurrir al alterar los gastos, con una alta probabilidad de que dicha alteración esté contenida en los rubros de costos, por ejemplo, al disfrazar las inversiones como gasto, o bien alterando el costo de ventas. Lo que les estaría permitiendo a las empresas deducir más.

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es analizar y estimar la posible evasión que sucede a través de las deducciones al Impuesto Sobre la Renta (ISR) en el sector minero para el periodo de 2015-2020. Como punto de partida, el trabajo presenta algunos conceptos básicos de la minería, esboza sus características técnicas, y se realiza un breve análisis de la relevancia del sector, tanto en el ámbito económico como en el fiscal, mostrando entre otras cosas, su aportación en la recaudación fiscal. Para cerrar este marco, se describe de forma concisa la experiencia de algunos países que podrían ser interesantes para el caso mexicano.

Con estos elementos, se analiza el marco legal aplicable al sector para detectar posibles lagunas fiscales que podrían ser utilizadas para realizar prácticas de evasión, y se propone, primero, una metodología para estimar a posibles evasores la cual consiste en una técnica de árboles de decisión y, segundo, un procedimiento para estimar la evasión al aplicar un método directo que estima lo que se debió recaudar (ISR potencial) *versus* lo que realmente cada contribuyente declaró (ISR recaudado).

El estudio se centró en los subsectores minería de minerales metálicos y no metálicos y, servicios relacionados a la actividad minera, excluyendo la extracción de petróleo y gas. Se utilizó información de Declaraciones Anuales y Dictámenes presentados por grandes contribuyentes en el periodo 2015-2019, la cual después de una depuración, no se incluyó el 2015 por algunas inconsistencias encontradas, mismas que se explican en la sección denominada base de datos del Capítulo 6. De igual forma, si bien el análisis se plantea al 2020, para efectos de tener cálculos más precisos, este último año no se incluyó en el análisis debido a que, al momento

de generar el estudio, los contribuyentes aún podrían presentar modificaciones a sus declaraciones.

2. LA MINERÍA Y SU IMPORTANCIA EN MÉXICO

En este apartado se describe de forma breve al sector minero en sus conceptos básicos y cómo la complejidad de los proyectos mineros determina las inversiones y gastos, por tanto, sus costos. En conjunto es información importante para entender la naturaleza fiscal de la actividad. También se incluye la importancia del sector desde el punto de vista económico y de su contribución fiscal.

1. La actividad minera

La minería consiste en obtener-extraer materiales metálicos (hierro, cobre, plomo, oro, plata, etc.) y no metálicos (granito, mármol, arena, arcilla, sal, mica). Se puede hablar de minería de metales preciosos (oro, plata), de metales industriales (hierro, cobre, plomo), de materiales comunes (arcilla, cantera, piedra, grava) y de minerales energéticos (petróleo, gas y carbón).

La actividad minera inicia con la *a) exploración*, para ubicar la presencia y los volúmenes de los minerales y estimar la rentabilidad de su explotación; *b) la extracción* u obtención de los productos de interés para ponerlos a nivel superficie; *c) el procesamiento*, mediante el cual se separan los metales o compuestos de interés; y *d) el transporte* y aprovechamiento, lo que implica ponerlos en el punto específico donde se van a utilizar y darles uso.

Por el tipo de explotación y la forma de extracción, a la minería se le clasifica en superficial, subterránea, de dragado o submarina, y de perforación (pozos). La primera ocurre cuando el material de interés se encuentra a ras de suelo (en la superficie terrestre); la segunda, cuando se encuentra bajo la superficie y es necesario cavar túneles o tiros para extraerlo; la tercera, cuando el yacimiento se encuentra bajo el agua, usualmente en el mar; y la última, para extraer combustibles (IWOFR Conference, 2021).

En cuanto a la producción minera, de conformidad con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)¹, ésta se refiere al contenido metálico de los minerales obtenidos en el beneficio (producto refinado). Hay que entender que los minerales metálicos son aquellos que tienen brillo propio y son buenos conductores de calor y electricidad (oro, plata, plomo, cobre, zinc, fierro, etc.), y que en los no metálicos solo se considera la suma del peso seco de los minerales. En cuanto a la producción minero-metalúrgica, ésta se refiere a la producción de metales afinados², más los contenidos metálicos de los metales impuros de primera fundición, y de los concentrados y/o precipitados (beneficio). Al final, los metálicos son lo que generan el

¹ Ver <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria-estadisticas-y-estudios-del-sector-6951?state=published> (Consultado el día 7 nov. 2021)

² Los metales afinados son los que se obtienen al separar, con procedimientos mecánicos y químicos, metales que en su estado natural se encuentran mezclados entre sí. Por ejemplo, oro y cobre, plomo y zinc.

mayor valor económico, y por sus características y usos pueden ser: metales preciosos, metales industriales no ferrosos, y metales siderúrgicos.

La exploración, extracción y beneficio y su incidencia en los costos

La complejidad de la actividad minera es alta. La tecnología necesaria para llevar a cabo la exploración, la extracción, el procesamiento y el transporte difiere según las características del proyecto minero. El análisis de estas particularidades técnicas, abordadas a profundidad en el Anexo IV, deriva en tres importantes conclusiones:

- a) que la actividad minera, analizada en sus gastos e inversiones, está definida por el tipo de mineral a extraer, su tipo de yacimiento, su geometría (forma) y su profundidad, además de otros factores como el tipo de suelo (dureza), temperatura, humedad, tamaño de la superficie a explotar, antigüedad, etc.
- b) dependiendo del caso, un proyecto minero podría requerir un alto nivel de inversiones, principalmente en maquinaria y construcción de obra, siendo más costosos los proyectos de minería subterránea que los superficiales o a cielo abierto, y
- c) por la naturaleza de la actividad antes descrita y por los puntos uno y dos, también se infiere que la minería tendrá una alta variación en sus costos e inversiones, donde por su complejidad lleva al grado de considerar que cada mina tiene su propia arquitectura de costos, incluso para obtener el mismo mineral en la misma entidad geográfica.

Los puntos antes descritos explican en gran medida la variación en las cifras de costos de producción entre proyectos mineros. Pero lo más importante para este estudio es reflexionar en torno a cómo esta heterogeneidad en costos incide en la recaudación, y separar esa complejidad técnica y económica de las posibles evidencias (pistas) para identificar y medir la evasión fiscal. A continuación, se enumeran los principales factores que influyen en dicha heterogeneidad, pensando sobre todo en gastos e inversiones de los proyectos mineros. Considerando la Figura AIV.2 del Anexo IV, se enumeran los principales:

- i. El tipo de mineral a extraer. Existen minerales que son más abundantes en la naturaleza y su costo de extracción se reduce en función de su abundancia. Por ejemplo, es más costoso extraer un kilo de oro que un kilo de cobre.
- ii. Tipo de yacimiento. Los minerales se presentan en la naturaleza como yacimientos, los cuales por su diversidad condicionan la geometría, la profundidad y la extracción. Cada yacimiento es único, lo que implica diseñar un plan de minado específico, el cual a su vez definirá el método de explotación, la vida del proyecto y sus costos.
- iii. Vida útil del yacimiento. Los primeros años de vida de cada proyecto minero son los más costosos, la mayor parte del presupuesto se destina a inversión y creación de accesos para llegar al mineral. En su vida media aparece la mayor ganancia, ya que es cuando se genera un mayor volumen de producción. Al término de la vida útil, las ganancias disminuyen e inicia otro proceso de inversión para el cierre de la mina.
- iv. Tipo de geometría. Es la forma del yacimiento, y conocerla permite evaluar la cantidad de reservas y la tecnología a emplear en la obra. Existen partes del mineral que no podrán ser explotadas y con ello se aumentarían los costos. Esto es, marca un límite que se evalúa

frente a los posibles beneficios derivados de los precios y las condiciones de mercado. Esto es relevante dada la cantidad de inversiones que se requieren para la extracción y beneficio.

- v. Profundidad del mineral. Esta característica marca el tipo de maquinaria a utilizar, la cual es más costosa en minería subterránea, además de influir en los parámetros de seguridad a los obreros.
- vi. Método de explotación: Subterráneo o superficial. En general, la minería subterránea es más costosa debido a que la inversión requerida es mayor. Si se decide utilizar este método, se deben tener altas posibilidades de recuperar la inversión.
- vii. Resistencia o dureza de las rocas. La dureza de las rocas o material que cubre el mineral puede elevar los costos, ya que para fracturarla se utilizan, por ejemplo, explosivos, maquinaria especial u otros métodos costosos.
- viii. Tamaño de la superficie a explotar. Este es un factor que delimita el tamaño de la obra minera, y es muy importante conocerlo con precisión para definir los límites y alcances de la inversión.
- ix. Pureza del mineral. El “ratio” entre el mineral a extraer y los minerales sobrantes es un factor importante ya que a un “ratio” más alto, la inversión y el costo de procesamiento son menores. En contrapartida, un mineral más sucio implica un procesamiento más caro.
- x. Organización entre proveedores. Aunque este no es un factor derivado de la tecnología, dados los volúmenes de inversión es normal arrendar la maquinaria entre empresas o contratar el servicio de terceros con el fin de disminuir costos. Este factor, sin embargo, también dificulta tener registros contables fidedignos, con gastos e inversiones que efectivamente realiza la empresa en su proyecto minero.

En suma, las particularidades y factores antes explicados reflejan la *complejidad* y la *diversidad* de la actividad minera, dos características muy relevantes que influyen en la arquitectura de costos, principalmente en los gastos e inversiones, por lo cual es importante tener en cuenta estos factores, en particular el tipo de mineral a extraer, pues será un factor clave en el desarrollo de la metodología para medir la evasión, planteada en la sección 6.

2. Importancia del sector en la economía mexicana

Ahora que conocemos a lo que nos referimos con minería, es importante conocer la importancia que este sector tiene dentro de la economía mexicana.

De acuerdo con la Secretaría de Economía (SE, 2021), en 2020 México se ubicó entre los 10 principales productores de 17 diferentes minerales a nivel mundial, enlistados con base en el valor generado: primer lugar en la producción de plata, segundo en fluorita, tercero en celestita, sulfato de sodio, y wollastonita, quinto en bismuto, molibdeno, y plomo, sexto en cadmio, sulfato de magnesio, zinc, diatomita, y barita, octavo en oro, yeso, y sal, y noveno en cobre.

Respecto a la participación del sector minería en el PIB, de acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales del INEGI³, entre el 2015 y 2020 el total del sector aportó, en promedio, 5.3% del PIB nacional (ver Tabla 2.1), correspondiendo la mayor parte de ese aporte a la extracción de petróleo y gas (72.5%).

Tabla 2.1. Participación del sector minería en el PIB de México. MDP-Mx precios:2013

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio 2015-2020
PIB Nacional	17,292,358	17,747,239	18,122,261	18,520,044	18,485,614	16,975,828	17,857,224
Minería	1,081,656	1,034,812	949,009	897,042	857,567	851,295	945,230
% PIB Nal.	6.3%	5.8%	5.2%	4.8%	4.6%	5.0%	5.3%
Extracción de petróleo y gas	814,903	772,245	692,178	645,393	598,926	599,116	687,127
	75.3%	74.6%	72.9%	71.9%	69.8%	70.4%	72.5%
Minerales metálicos y no metálicos &	178,588	185,168	185,080	182,509	177,410	172,210	180,161
	16.5%	17.9%	19.5%	20.3%	20.7%	20.2%	19.2%
Servicios relacionados a minería	88,165	77,400	71,752	69,140	81,232	79,970	77,943
	8.2%	7.5%	7.6%	7.7%	9.5%	9.4%	8.3%

Notas:

- Los porcentajes se refieren a la participación del PIB minero en el PIB nacional, y la participación de cada uno de los tres subsectores en el PIB minero.

&: Los minerales metálicos se caracterizan por tener brillo, son moldeables y son buenos conductores de electricidad. Los minerales no metálicos no tienen brillo propio, en su estado sólido son frágiles y no son conductores de electricidad. En México los metales más comunes son: oro, plata, plomo, cobre, zinc y fierro. Y los no metales más comunes: azufre, fluorita y barita.

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. PIB por actividad económica. Serie detallada

Destaca el subsector metálicos y no metálicos cuya participación con respecto al PIB minero en este periodo, tuvo un repunte al pasar de 16.5% al 20.2%. No obstante, dicho crecimiento está relacionado con una caída muy pronunciada del PIB petrolero, el cual cayó alrededor de 215 mil millones de pesos del 2015 al 2020. Por su parte, el subsector de servicios relacionados a la minería mostró altibajos y su promedio se mantuvo al nivel del 2015. Al final, el subsector metálicos y no metálicos contribuyó en promedio con el 1% del PIB nacional, y los servicios relacionados a la minería solo participaron con el 0.4% del mismo indicador.

Esta producción, en términos del valor, arroja una alta concentración del valor en tan solo ocho minerales, los cuales se muestran en la Tabla 2.2.

Tomando otro ángulo de la información, al estimar la tasa de crecimiento media anual (TCMA) del valor total de la producción (1.2%), se observa que tiene una elevada relación con las TCMA del valor del oro (0.9%), la plata (3.6%), el cobre (4.6%) y el zinc (3.7%). Estos cuatro metales conformaron el 80% del valor de la producción en el periodo 2015-2019.

³ Fuente: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/#Tabulados> (consultado el día 28 de diciembre de 2021)

Tabla 2.2. Valor de la producción del sector minero: México. MDP-Mx (julio 2019=100)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Oro	91,835	105,333	85,264	74,085	63,898	86,795
Cobre	53,138	53,589	59,431	61,329	56,846	65,467
Plata	49,920	50,738	45,988	37,046	37,075	53,735
Zinc	17,475	18,363	24,197	22,209	16,192	18,938
Coque	12,416	9,200	8,065	12,256	15,288	11,960
Carbón mineral no coquizable	10,768	7,995	8,114	7,020	5,697	3,901
Plomo	7,571	6,696	8,003	5,830	5,859	6,963
Tungsteno	3,256	3,790	5,172	7,928	8,782	10,522
Otros minerales	22,926	26,188	22,122	21,814	21,232	19,817
Total	269,306	281,892	266,357	249,519	230,869	278,098

Fuente: Elaboración propia con base en el Banco de Información Económica (BIE), INEGI.

En lo que concierne a inversiones, entre 2018 y 2019 la minería mexicana tuvo el segundo presupuesto más alto de exploración en América Latina y el quinto en el mundo (S&P Global Market Intelligence, 2021). Según el portal⁴ de la Secretaría de Economía (SE, 2021), en 2019 el sector minero programó inversiones por \$4,657.6 millones de dólares, 5% menos que en 2018 (ver Tabla AII.1 del Anexo II). Para el 2020, el monto de inversión registrado fue de \$3,532 millones de dólares, y para el primer trimestre de 2021, según la misma fuente, fue de \$1,650 millones de dólares. No obstante, gran parte de estas inversiones se destinaron a adquirir, comprar, unir, y prestar servicios entre empresas del mismo sector (1200 millones), otro monto fue destinado a reinversión de utilidades (243 millones), y solo 207 millones fueron para nuevas inversiones.

Un aspecto importante de la inversión en este sector es su alta variabilidad (ver Tabla AII.1 del Anexo II), ya que su TCMA registra movimientos pronunciados. Finalmente, respecto al origen de la inversión, de acuerdo con la CAMIMEX⁵, en el 2019 alrededor del 60% de la inversión en minería provino de empresas mexicanas; 26% de canadienses; 6% de Estados Unidos de Norteamérica; 2% de China; 1% de Australia y, 5% de otros países. Las empresas mexicanas generaron el 59% del valor de la producción minera en 2019, mientras las extranjeras aportaron el 41%.

En cuanto al tamaño del sector minero medido por el número de las unidades económicas (excluyendo petróleo y gas), de acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (2021), en el 2018 se registraron 3,097 unidades económicas, 2,930 en el subsector de metálicos y no metálicos, y 167 en el subsector de servicios relacionados a la minería. Las entidades federativas con mayor número de unidades económicas fueron Puebla

⁴ <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria-estadisticas-y-estudios-del-sector-6951?state=published> (consultado el día 7 nov. 2021)

⁵ Cámara Minera de México: <https://camimex.org.mx/application/files/9616/1315/1572/presentacion120221.pdf> (consultado el día 21 nov. 2021)

(549), Guerrero (279) y Sonora (200), y solo 124 se registraron como grandes⁶ por su número de empleados.

En el sector externo, el valor de las exportaciones mineras en productos metálicos y no metálicos ha incrementado su participación en las exportaciones totales del país, al pasar de 3.84% en 2015 a 4.02% en 2018, (ver Tabla AII.9 del Anexo II).

Finalmente, y de acuerdo con Téllez y Azamar (2021), en 2018 los consorcios mexicanos mantenían la mayor participación en la producción de metales en México (Ver Tabla AII.10 del Anexo II). En 2018 estas empresas concentraron 31% de la producción nacional de oro y 41% de plata. Fresnillo Plc produjo el mayor volumen, 24% de oro⁷ y 29% de plata, seguido por Torex Gold, Agnico Eagle y Newmont Goldcorp. En ese mismo año las empresas mineras mexicanas produjeron el 85% del cobre, con Grupo México a la cabeza con el 74%; y además con el 60% de la producción de zinc y 40% del plomo, aunque algunas extranjeras como Newmont Goldcorp, Torex Gold, Agnico Eagle y Alamos Gold aumentaron su cuota de producción de metales preciosos en México durante los últimos años.

3. La importancia de las contribuciones fiscales

Resulta importante conocer la participación del sector en la recaudación fiscal, por lo que, a través de los datos publicados en los Informes al Congreso de la Unión publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), se muestra un panorama general de la contribución del sector en la recaudación nacional. Aunque el interés es analizar a la fracción de contribuyentes que se encuentran en la minería de metálicos y no metálicos, por su diversidad e importancia como motor de actividades económicas del país, como referencia se describe de manera general el panorama de todo el sector.

Las cifras reportadas en los informes de la SHCP respecto al sector de minería se encuentran divididas en el subsector de extracción de petróleo y gas, y en el subsector de minería de metálicos y no metálicos. Si bien la extracción de petróleo y gas dentro de la minería es la principal actividad por la cual se contribuye a la recaudación fiscal, ésta gira principalmente en torno a Petróleos Mexicanos (PEMEX).

En total el sector, incluyendo la extracción de petróleo y gas, contribuyó con el 11.4% del total recaudado por el gobierno de México durante el periodo 2015-2020. El primer subsector contribuyó con el 96.9% de dicha recaudación, mientras la minería de metálicos y no metálicos contribuyó con el 3.1%.

⁶ Según el criterio establecido en el DOF del 30 dic del 2002 que estratifica a las industrias como grandes si tienen 250 o más empleados.

⁷ Las diez principales productoras de oro en 2019 de acuerdo con el Informe Anual 2020 publicado por la Cámara Minera de México son: Fresnillo pic, Torex Gold, Agnico Eagle Mines, Equinox Gold, Alamos Gold, Newmont, Pan American Silver, Coeur Mining y, First Magestic Silver (ver <http://www.camimex.org.mx>. Consultado el día 18 dic 2021).

Es de notar el monto de recaudación total neta de grandes contribuyentes sin PEMEX (Tabla 2.3). Su participación ronda por el 4.5% con respecto a la recaudación total del sector minero en el periodo 2015-2020, sumando 115,457 millones de pesos, aunque este dato muestra una alta variación. En efecto, en este periodo destaca el año 2020, donde se alcanza una recaudación de 46,493 millones de pesos, lo que significó un incremento de casi 200% con respecto al 2019, y una participación de 19.8% con respecto al total minero. En este último porcentaje se tiene que observar un doble efecto pues, por un lado, si bien se incrementó la participación de metálicos y no metálicos, por otro lado, la extracción de petróleo y gas redujo su participación en poco más de la mitad con respecto al año previo.

Tabla 2.3. Recaudación del gobierno federal de México: Sector minería. (MDP-Mx)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total Nacional	3,180,002	3,566,235	3,837,585	3,871,629	4,006,080	4,088,501
Extracción de petróleo y gas	447,361	330,914	468,725	571,159	454,288	218,078
Minería metálicos y No metálicos*	7,127	11,526	13,255	21,858	7,466	17,202
Total Minería	454,488	342,440	481,980	593,017	461,754	235,280
<i>Ingresos Tributarios</i>	1,159	4,814	4,973	12,682	-1,121	9,080
<i>Ingresos no Tributarios I_/</i>	5,968	6,712	8,282	9,176	8,587	8,122
Total de metálicos y no metálicos*	7,127	11,526	13,255	21,858	7,466	17,202
Recaudación total neta de grandes contribuyentes sin PEMEX	9,602	6,163	15,129	22,449	15,621	46,493

* *Excepto petróleo y gas, servicios relacionados con la minería y otros servicios no especificados.*

I_/ Incluye Contribuciones de Mejoras, Derechos, Productos, Aprovechamientos y Transferencias F.M.P.

Fuente: Servicio de Administración Tributaria. Servicio de Administración Tributaria. Informes al congreso de la unión. Apéndice estadístico de finanzas públicas. www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx

Finalmente, en cuanto al número de contribuyentes activos registrados en el sector minero en este mismo periodo, se observa un ligero crecimiento (TCMA = 2.6%) en el número de personas morales, y una disminución en el número de personas físicas (ver Tabla 2.4). Lo relevante de estos datos es que, en apariencia, se tienen muchos contribuyentes en el sector, sin embargo, el INEGI (2021) reporta que al 2018, la actividad minera no petrolera (metálicos y no metálicos) estaba conformada solo por 3,097 unidades económicas, la gran mayoría micro y pequeñas, y solo el 4% se clasificaron como grandes, 98 del subsector metálicos y no metálicos y 26 del subsector servicios relacionados con la minería.

Si se compara esta cifra de 124 empresas grandes con los registros del SAT (148), que para el sector minería (sin incluir petróleo y gas) se consideran grandes contribuyentes⁸ y aparecen en la cuarta fila de la Tabla 2.4, se infiere que el número de empresas mineras consideradas como grandes por su contribución al fisco, registran un número mayor al de las

⁸ Grandes contribuyentes se definen como las personas morales que en el último año hayan tenido ingresos iguales o mayores a mil 250 millones de pesos (artículo 28, apartado B, fracción III del Reglamento del SAT).

empresas grandes reportado por el INEGI. Lo anterior implica que algunos de los grandes contribuyentes (aproximadamente 16% para 2018) registraron menos de 250 empleados⁹.

Tabla 2.4. Contribuyentes activos registrados: Sector minería. (personas)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total	246,052	237,178	223,992	220,931	219,450	215,909
<i>Personas físicas</i>	237,555	228,421	215,007	211,735	209,930	206,254
<i>Personas morales</i>	8,497	8,757	8,985	9,196	9,520	9,655
<i>Grandes contribuyentes*</i>	145	146	148	148	129	

* Datos proporcionados por el SAT.

Fuente: Servicio de Administración Tributaria. Informes al congreso de la unión. Apéndice estadístico de finanzas públicas. <http://www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx>

3. PANORAMA INTERNACIONAL

Después de revisar las características técnicas y la importancia de la minería en México, en esta sección se examina el panorama internacional, indagando sobre los sistemas tributarios, el tipo de tributación y algunos elementos que ayuden a la reflexión sobre el papel de México en dicho contexto. Para ello se usa información de países como Australia, Chile, Perú, Canadá y Estados Unidos de América (EUA), lo que en conjunto permite discutir algunas características sobre la posible evasión en el sector minero.

Se seleccionaron estos países principalmente porque tienen un elevado desarrollo en la minería, con una importante participación en su economía y en el mercado global, son líderes en la producción de algún mineral, y por tanto sus legislaciones y estructuras tributarias podrían ser útiles para analizar el tema de la evasión fiscal en México.

Para iniciar, se reconoce que a nivel global la producción de minerales en el mundo ha crecido de manera concentrada en unos cuantos países y empresas. En este sentido, 15 países acumulan el 70% de la producción mundial. Por ejemplo, China con empresas como Zijin Mining Group y Shenhua Energy; Australia e Inglaterra con BHP Billiton y Rio Tinto; los Estados Unidos de América con Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc., Newmont Mining Co.; Canadá con Barrick Gold Co. y Gold Co.; Chile con Codelco; Brasil con Vale; y México con Grupo México, e Industrias Peñoles (Concha, 2017). China, América del Norte y algunos países de Europa han multiplicado su demanda en 17 veces en el transcurso de los últimos 20 años (Deneault, 2016).

Por otro lado, los sectores mineros de EUA, Canadá, Chile, Australia y Perú, durante el periodo de 2015 a 2018, tuvieron una aportación al Producto Interno Bruto (PIB) entre los años

⁹ De hecho, el INEGI a través del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) al 2021 registra a 243 empresas en el sector minería con 101 o más empleados. Ver: <https://datamexico.org/es/profile/industry/mining-quarrying-and-oil-and-gas-extraction?occupationMetrics=workforceOption&optionsSelector1=Census%20Gross%20Value%20Added&yearSelectorGdp=timeOption1> Consultado el día 27 de dic 2021).

2015-2018 en un rango que va del 8% al 14% según se aprecia en la Tabla 3.1. Por ejemplo, en Australia este sector aportó alrededor del 10%, con una tendencia decreciente, situación similar ocurre en Chile. Mientras que EUA presenta variaciones con una media de 14%, aunque al eliminar petróleo y gas, su aportación disminuye a poco más del 3% (Ver Tablas AII.3 a AII.7 del Anexo II). Esta característica es compartida con México cuya participación se reduce de 5.5% a 1.4%, lo cual significa que la explotación petrolera es muy importante en ambos países.

Tabla 3.1 Participación del sector minería respecto al PIB nacional

	2015	2016	2017	2018	Media
EUA	14.3	11.6	14.2	15.5	13.9
Canadá	10.6	10.4	11.4	12.1	11.1
Chile	10.7	10.3	10.0	10.2	10.3
Australia	10.2	10.2	9.9	9.9	10.1
Perú	7.5	8.2	9.4	9.3	8.6
México	6.3	5.8	5.2	4.8	5.5

Fuente: Elaboración propia con base en las Tablas contenidas en el Anexo II

Analizar estos países es interesante porque todos ellos tienen una importante actividad minera, con un peso relevante en su economía. Además, cada uno de ellos destacan en la producción de un mineral distinto, por ejemplo, Australia destaca en la producción de carbón, Chile en la producción de cobre, Perú y Canadá en oro y otros minerales como el hierro, y EUA en la extracción de hierro, acero y petróleo.

Además, al considerar a países como Chile y Perú, que tienen un desarrollo económico y estructura legal muy similar a México, es posible contextualizar la manera en que se están cobrando impuestos al sector minero mexicano. Mientras que, analizar países como EUA, Canadá y Australia, que son países desarrollados, permite brindar una guía de hasta dónde es posible llegar en términos de estructura tributaria o eficiencia en el cobro de impuestos.

En cuanto al tipo de carga impositiva, en estos cinco países la actividad minera es gravada con impuestos específicos con dos características a observar: a) en Chile y Perú se imponen principalmente gravámenes federales, mientras que en Australia, Canadá y Estados Unidos se imponen impuestos estatales, y solo cuando la explotación se hace en territorios federales se impone un gravamen federal; b) por lo general, en estos países se consideran dos tipos de gravámenes: el equivalente al impuesto sobre la renta y, el *royalty* o regalía minera. El primero afecta a todas las empresas, pertenezcan al sector minero o no, mientras que el segundo es específico de la minería. Nuestro país tiene un tipo de carga impositiva similar al que presentan tanto Chile como Perú, tema que se discute con más detalle en el Capítulo 5.

Para los dos gravámenes antes referidos: royalties e impuestos. De manera general, si los royalties son específicos, las empresas deben declarar correctamente el volumen extraído (ejemplo: toneladas), y si son *ad-valorem*, deben además reportar el valor de lo producido (pesos/toneladas.). Lo relevante es que, si la administración tributaria tiene dificultad para fiscalizar los costos, el gravamen *ad-valorem* es mejor que el gravamen sobre utilidades ya que

evita la erosión de la base imponible originada por el incremento artificial de los costos (Jorratt, 2021).

Por lo general no existe un consenso para determinar la base del impuesto. Por ejemplo, en los territorios federales de EUA y Australia se aplica una regalía con tasa basada en el precio internacional. Por otro lado, Australia impone tasas diferenciadas por tipo de mineral, y si es refinado o no; mientras que, en Estados Unidos, de acuerdo con ICLG Mining Laws and Regulations 2022, cada estado impone impuestos a la extracción minera y cobra una regalía federal distinta si se trata de minas de cobre abiertas o subterráneas. Esta aparente falta de consenso para determinar la base del impuesto parece también incluir a los otros dos países aquí analizados, incluyendo México.

Salvando las dificultades técnicas que implica hacer una comparación del sector entre países, dada su complejidad técnica y diversidad geológica, el Anexo V presenta un análisis comparativo mucho más detallado de los royalties aplicados a la producción de cobre, uno de los minerales más importantes del sector minero en México.

Llama la atención que entre el 2015 y el 2019 algunos de estos países incrementaron su recaudación fiscal minera (sin incluir petróleo y gas) implementando diversos mecanismos. Por ejemplo, Perú incrementó el monto de su impuesto de retención sobre la distribución de beneficios o dividendos. La tasa de retención dependía del año en que las utilidades fueron generadas, de tal manera que, si las utilidades se generaron a partir de 2017, la tasa de retención fue del 5%, si se generaron hasta 2014, la retención fue del 4.1%.

En el caso de Australia, el incremento provino principalmente de los ingresos propios en la actividad, para los años 2018 a 2020, –el incremento derivó de aplicar un factor de ajuste entre las ganancias contables y el ingreso sujeto de impuestos-. Respecto a Chile, esto se logró, entre otras cosas, mediante un incremento al Impuesto Específico a la Actividad Minera (IEAM), cuya tasa pasó del 4% (2013 al 2017) a tasas en el rango del 5% al 14% aplicables hasta el año 2023 (Corvera, 2021; Jorratt, 2021)

De esta forma, Australia incrementó el cobro de regalías e impuestos con lo que pasó del 0.95% en el 2015 al 1.39% en el 2020 en sus contribuciones respecto al PIB¹⁰. En Chile, por otra parte, la contribución promedio del sector minero durante los años del 2015 al 2020 como porcentaje del PIB resultó baja (1.13%) aunque no tan diferente a otros países como Australia (1.08%). Lo interesante es que Chile pudo incrementar las contribuciones mineras con aumentos del 10% y 29% en ISR e impuesto minero respectivamente (Corvera, 2021).

En el caso del Perú, este país ha podido mantener sus ingresos tributarios durante los últimos diez años en alrededor del 1% del PIB (Jorratt, 2021), quizás por su estrategia de mercado o por la aplicación de contratos de invariabilidad tributaria, esquema que permite aplicar tasas distintas para reducir el desincentivo a invertir, al asegurar que en un periodo determinado, el gobierno respetará las tasas acordadas y firmadas en un contrato que restringe la tentación de subir dichas tasas con la consecuente afectación al inversionista, quien quedaría atrapado dado

¹⁰ Australian Bureau of Statistics y World Bank

el alto costo que implica salir de la actividad. Por tanto, este incentivo fiscal apunta a eliminar el problema de coherencia tributaria temporal, justo en una actividad que tiene altos costos por su elevada inversión inicial, costos hundidos, y un periodo largo de ejecución y amortización.

Algo también interesante es que, si bien tanto Chile como Perú combinan un impuesto sobre las utilidades, en Perú la regalía minera tiene un límite inferior igual al 1% de las ventas, lo que le asegura un ingreso en los años con pérdidas tributarias por baja producción en los proyectos mineros (Jorratt, M., 2021).

En cuanto al tema de evasión fiscal, de acuerdo con CooperAcción¹¹ (2021) y Aguirre y Sánchez (2019), en un estudio del Instituto Belisario Domínguez para el Senado de la República, el nivel de evasión fiscal en la minería está en función de la flexibilidad en la aplicación de la ley, de la capacidad de las empresas para encontrar formas de evitar su pago, así como también de los niveles de corrupción, entre otros.

Según los reportes de la Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) y CooperAcción de Perú, estos dos países han buscado lidiar con la evasión en la minería mediante diversos mecanismos, por ejemplo, incrementando las tasas impositivas, ajustando la definición de los conceptos y los formatos de las declaraciones de las empresas mineras, mejorando el monitoreo en los sistemas de tributación para detectar a los evasores, evitar la duplicación de registros, hacer más eficientes los costos de inspección, y fortalecer las áreas de fiscalización tanto en la administración tributaria interna como en aduanas (Jorratt, M., 2021).

Es importante mencionar que, aunque es recurrente el tema en diversos medios o reportes, no existen niveles fidedignos o datos duros para generar un reporte con información confiable que muestre de manera sistematizada las proporciones de la evasión en el sector. Sin embargo, existen pistas y evidencias indirectas como, por ejemplo, el hecho que algunos países como Perú, en ciertos momentos, ha registrado que sus ingresos por impuestos mineros han sido negativos¹², situación ciertamente extraña. El gobierno australiano, por su parte, hace una estimación agregada sobre la brecha entre impuestos pagados y lo que debieron pagar los grandes grupos corporativos entre 2018–2019 en alrededor del 4.3%¹³. Esto para tener una dimensión de la brecha de ingresos fiscales que el gobierno está dejando de percibir, y como una de las causas podría ser la evasión.

Al final, la evidencia registrada en el contexto internacional subraya la importancia de la recaudación en la economía reconociendo algunas estrategias que han utilizado para la evasión, y la manera en la que puede afectar la recaudación fiscal. Se rescatan algunos puntos relevantes

¹¹ CooperAcción es una asociación civil que promueve derechos sociales, ambientales, políticos, culturales y económicos, impulsando el desarrollo de las localidades costeras y mineras, así como la gestión sostenible del territorio, con enfoques de género e interculturalidad- Ver <https://cooperaccion.org.pe> (Consultado el día 26 dic 2021)

¹² Esto quizás porque sus deducciones fueron mayores que sus gastos, aunque los datos disponibles no permiten llegar a una conclusión precisa.

¹³ Australian Taxation Office (ATO). Large corporate groups income tax gap, [online]. Disponible en: <https://www.ato.gov.au/About-ATO/Research-and-statistics/In-detail/Tax-gap/Large-corporate-groups-income-tax-gap/> (Consultado el día 20 dic 2021)

como el papel de sus sistemas tributarios, su legislación en el sector, la forma de imponer los gravámenes a la actividad minera. En efecto, los sistemas tributarios son distintos y cada país responderá de forma particular al problema de la evasión, según su especialización en la producción, su complejidad técnica, y algunas otras características como el mercado. Aunque también habrá que subrayar que existe muy poca información, por ejemplo, cifras de evasión y formas o políticas exitosas en torno a la misma.

En el caso de México, como se mencionó en este capítulo, es más adecuado compararlo con Chile y Perú, no obstante, también se rescatan algunas reflexiones de los otros países aquí analizados en torno a los aspectos estructurales que influyen en la recaudación y la evasión en el sector. Se puede destacar, por ejemplo, el papel que ha significado la aplicación de algunos incentivos fiscales como los contratos de invariabilidad tributaria, esquema que en Perú ha permitido lidiar con el problema de coherencia tributaria temporal, típico de la actividad minera. También se destaca la aplicación de un conjunto de mecanismos administrativos (por ejemplo, elevación de tasas impositivas, ajustes en la legislación y en los formatos de las declaraciones, simplificación administrativa, mejoras en la inspección y vigilancia tributaria, mecanismos de cooperación en materia técnica, entre otros). Por lo tanto, para el caso mexicano valdría la pena explorar a mayor detalle qué tipo de incentivos fiscales-económicos podrían aplicarse para evitar la evasión, mejorar la recaudación y a la vez fomentar el desarrollo de la actividad minera. Por otro lado, también sería conveniente explorar con mayor profundidad, cuáles mecanismos de los arriba expuestos y que han buscado aplicar estos países han tenido más éxito, y cuáles son más viables de implementar en nuestro país. Esta es un área de oportunidad a explorar con un estudio específico más extenso. En suma, aprender tanto de los incentivos fiscales-económicos como de los mecanismos prácticos, para luego analizar su posible adaptación para el caso mexicano podría significar algo muy valioso para nuestro país.

4. EVASION POR RECLASIFICACIÓN DE GASTOS

A partir de las características técnicas brevemente descritas en el Capítulo 2 y en el Anexo IV, se rescata que a) los gastos e inversiones de los proyectos mineros son determinados por el tipo de mineral, su yacimiento, geometría, profundidad, entre otros elementos; b) un proyecto minero requiere un alto nivel de inversiones (maquinaria, construcción, etc.), siendo más costosa la minería subterránea que la realizada a cielo abierto, y; c) la minería tiene mucha diversidad y variación en costos e inversiones, debido a su complejidad cada mina define su propia arquitectura de costos.

Por estas características se considera que la actividad minera es *compleja y diversa*, dos rasgos muy relevantes que impactan en sus costos y permiten explicar por qué es un reto desarrollar un análisis de evasión para el sector asumiendo costos homogéneos. Además, dado que los proyectos mineros requieren elevados montos de inversión, por lo general presentan el denominado *problema de coherencia tributaria temporal*, donde no obstante que el empresario pueda tener altas perspectivas de rentabilidad, enfrenta costos hundidos y largos periodos de recuperación-producción, además de una alta incertidumbre por la volatilidad del mercado (precios) y por la variación en los costos.

Dado lo anterior, las empresas mineras podrían estar buscando estrategias agresivas de minimización de costos, lo cual podría incentivarlas a adoptar estrategias de evasión. Por ello, de manera muy particular y derivado de algunas entrevistas con distintas áreas de expertos del SAT, se pudo visualizar desde una perspectiva más amplia, que una de las principales estrategias que los contribuyentes podrían estar utilizando para erosionar la base de sus contribuciones consiste en la reclasificación de costos que pudieran encubrir gastos de inversión.

Con base en estos argumentos se formuló la hipótesis de este trabajo: existe una alta probabilidad de que la evasión ocurra como una alteración contenida en los rubros de costos, al disfrazar las inversiones como gasto con el fin de erosionar la base gravable y así obtener un número mayor de deducciones.

Considerando la hipótesis del trabajo y los puntos anteriormente señalados a continuación se presenta un análisis del marco legal. Éste con la finalidad de identificar los incentivos legales que podrían estar llevando a las empresas mineras a actuar bajo este esquema de evasión, y a su vez permite identificar espacios en la Ley utilizados para evadir. Finalmente se sugieren algunos ajustes pertinentes para evitar dicha práctica.

5. ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL

La presente sección realiza un análisis al marco legal mexicano. Como se señaló en apartados anteriores, el objetivo del trabajo es analizar y estimar la posible evasión en el sector minería a través del Impuesto Sobre la Renta (ISR)¹⁴, utilizando información de declaraciones y dictámenes de grandes contribuyentes en los subsectores de minerales metálicos y no metálicos y servicios relacionados del sector, con mayor énfasis en los rubros de gastos e inversiones. Por tanto, el análisis del marco legal parte de entender la aplicación de las disposiciones fiscales respecto a los efectos de la deducción de gastos e inversiones en la determinación de la utilidad fiscal de las empresas del sector minero.

La comprensión adecuada de la estructura de deducciones es vital para la correcta clasificación de las erogaciones realizadas por el sector minería, lo mismo que para lograr una determinación real de la base tributaria y el pago del impuesto que en los términos de ley corresponde a los contribuyentes. Asimismo, permite encontrar áreas de oportunidad para mejorar las disposiciones fiscales y evitar discrecionalidad en la aplicación de las deducciones que erosionen la base del gravamen.

1. *Impuestos y derechos*

Los impuestos más importantes aplicados a la industria minera en México son: (a) el Impuesto Sobre la Renta (ISR) con una tasa de 30 %, (b) el Impuesto al Valor Agregado (IVA) con una tasa general¹⁵ de 16%; (c) Derecho sobre minería, que se paga sobre una cuota por hectárea de acuerdo con los años de vigencia de la concesión o asignación minera; (d) Derecho especial sobre minería, con una tasa del 7.5% sobre EBITDA Fiscal¹⁶; (e) Derecho adicional sobre minería, con base en una cuota del 50%, o del 100% sobre la cuota más alta aplicable por el derecho sobre minería; (f) Derecho extraordinario sobre minería, con una tasa del 0.5% sobre los ingresos por enajenación de oro, plata y platino.

Si bien este trabajo se centra en el ISR, el pago de derechos es relevante en el marco tributario del sector minero y por lo mismo se incluye su descripción detallada en el Anexo III.

La relevancia de los derechos estriba en que son muy específicos a la actividad de minería, y en el caso del derecho especial de minería se tiene una vinculación con los efectos de las deducciones en el ISR para la determinación de su base, pues en la determinación de este derecho no se puede incluir la deducción de inversiones, incluso si se hace de manera indirecta a través

¹⁴ Se bien la Ley Minera tiene conceptos regulatorios importantes, estos no inciden en la aplicación de la disposición fiscal. Para efectos de las concesiones y permisos, las únicas definiciones válidas para efectos tributarios son las establecidas en las disposiciones de la Ley del ISR.

¹⁵ En México, esta tasa general de IVA del 16%, vía decreto presidencial se disminuye en la región fronteriza como estímulo fiscal en un 50%, según el artículo Décimo Primero del Decreto de la Región Fronteriza Norte.

¹⁶ El EBITDA es un indicador contable de la rentabilidad de la empresa, es decir, es el beneficio antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones.

del costo de lo vendido, en ningún caso, la Ley Fiscal señala que la erogación se convierta en un gasto operativo que se deba reflejar en resultados, es decir, mantiene su naturaleza jurídica de inversión. Por lo anterior, para el costo de ventas en ISR se toma en consideración la depreciación de las inversiones, pero para estimar el monto de derecho fiscal, dichas inversiones están excluidas y, por lo tanto, también deberían excluir del costo de ventas que se considera para la determinación del derecho.

Un punto por demás relevante es que en el marco fiscal vigente las empresas mineras no cuentan con un régimen distinto a cualquier persona moral con actividades empresariales, por lo que para determinar el gravamen se encuentran obligadas a establecer su impuesto conforme a las reglas del régimen general de las personas morales. Es decir, las empresas del sector minero tributan conforme al Título II de la Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR) “DE LAS PERSONA MORALES”, contando con tres tipos de deducciones autorizadas para determinar el tributo a su cargo. Para una descripción más amplia de los rubros relacionados ver el Anexo III.

- *Gastos.* Erogación por adquisición de bienes y servicios durante un periodo determinado de operaciones de la empresa, aun cuando no hayan sido pagados (devengo), Art. 25, fracción III LISR. Comprende pagos de nómina, servicios y arrendamientos, en este caso la deducción es del 100% del gasto efectuado en un solo ejercicio;
- *Inversiones.* Empleo del capital en bienes productivos, bajo un esquema de depreciación lineal con base en porcentajes determinados por ley conforme la vida útil de la inversión, Art. 25, fracción IV y Art. 31 de la LISR. Comprende inversiones en maquinaria, gastos preoperativos en exploración, y pago por concesión minera, las tasas de deducción van del 5% al 15% dependiendo la actividad o tipo de bien, como se muestra en el Anexo III del presente estudio;
- *Costos.* Son erogaciones en un periodo dado, los cuales se disminuyen al momento de la venta (costo de ventas), Art. 39 de LISR. Comprende costos de materia prima, en este caso, se deduce la totalidad de los costos incurridos para lograr la venta de las mercancías.

A partir del análisis del marco fiscal vigente es posible inferir la existencia de algunas prácticas por parte de los contribuyentes que, ya sea por error o con el objeto de disminuir la base gravable del impuesto buscan, por ejemplo, reclasificar algunas de sus inversiones como gasto, a fin de deducir dichas erogaciones en un solo ejercicio fiscal al 100%. Esta práctica es más evidente a partir de 2014, cuando se estableció que las inversiones en preoperativos de las mineras pasarían de deducirse del 100% (como gasto en el mismo ejercicio) a una amortización a la tasa del 10%, pues la reforma generó incentivos para clasificar la mayoría de las erogaciones como gasto y deducirlos en un solo ejercicio, como se hacía antes de la reforma 2014.

En este sentido, el mayor riesgo de evasión detectado es precisamente la clasificación que se realiza de las erogaciones efectuadas por el sector con el fin de disminuirlas de la base del ISR como gastos deducibles en un solo ejercicio, aun cuando se trata de inversiones que generan ingresos para el contribuyente durante varios ejercicios y que deberían ser amortizados como inversión desde el punto de vista fiscal. Lo anterior se funda en cierta medida, en la generalidad

con la que la Ley define los diversos conceptos que se deben considerar como inversión¹⁷ para determinar el ISR.

Por ello, para disminuir el grado de evasión sería útil realizar precisiones en el texto legal de la LISR (Sección II, Cap. II del Título II), en el que se definan los tipos de inversión, dando certeza jurídica en cuanto a las tasas de depreciación de inversiones aplicables a la actividad de minería.

Es importante mencionar que, a partir de las reformas a la Ley del ISR vigentes a partir de 2022, se aclara que en caso de la adquisición de los títulos de concesión minera (derechos de explotación), se trata de un gasto diferido que debe deducirse fiscalmente considerando la depreciación que le corresponda por el número de años por el cual se otorgó la concesión, en lugar de considerar dicha inversión de periodo preoperativo y, por lo tanto, depreciable al 10% anual. También, se especifica que las construcciones en instalaciones o mejoras permanentes en un lote minero, rampas, caminos túneles y puentes, así como también el usufructo de un bien inmueble, les aplica la tasa de 5% anual.

Si bien es un paso importante en la dirección correcta para dar certidumbre a los contribuyentes en cuanto a la depreciación de inversiones en el sector minero, consideramos que existen áreas de oportunidad para mejorar el marco fiscal, precisando algunos otros conceptos de maquinaria y equipo especializado para su depreciación fiscal, tales como: montacargas, excavadoras, tractores, topadores, motoniveladoras, camiones, dragas, entre otros.

Por último, es necesario hacer una breve referencia al IVA, el cual tiene un tratamiento específico para los periodos preoperativos que van ligados a las inversiones deducidas en el ISR. Una regla señala acreditar el IVA hasta el primer mes en el que el contribuyente realice las actividades gravadas o solicite su devolución, siempre y cuando el periodo preoperativo dure menos de 12 meses. Cuando el proyecto lo justifique, el periodo preoperativo podrá tener una duración mayor, el cual debe ser autorizado por la autoridad fiscal. Asimismo, existe un beneficio otorgado a la industria extractiva, consistente en que no se está obligado al reintegro de los montos solicitados en devolución por periodo preoperativo, cuando por causas ajenas al contribuyente no sea posible la extracción de los recursos asociados a los yacimientos, o bien por circunstancias económicas no imputables a la empresa.

Por lo demás, el IVA no guarda relación con la reclasificación de los gastos e inversiones, pero si los contribuyentes realizan una indebida clasificación de las erogaciones, su impacto se dará en el cálculo del IVA, pues respecto de dichas erogaciones el IVA traslado¹⁸ se puede volver un impuesto no acreditable, en tanto que no se cumplen los requisitos de deducción del ISR.

¹⁷ Es tan general la forma de clasificar en la Ley del ISR que el artículo 35, fracción VIII solo señala que es aplicable a la maquinaria y equipo utilizado en la industria minera, sin especificar cual equipo o maquinaria.

¹⁸ Impuesto cargado a los clientes luego de que el contribuyente adquiere el producto previamente gravado; es decir, se traslada al usuario final al momento de la venta.

2. Variables contables para las deducciones del ISR

Desde el punto de vista contable, una estrategia de evasión podría surgir mediante el registro de elevados montos de gastos, que pudieran encubrir gastos de inversión entre otros rubros, tal y como se plantea en la hipótesis del trabajo.

Por esa razón conviene entonces revisar la base gravable del ISR, ya que es donde aparecen rubros que podrían revelar algunas características de los evasores. Para poder estimar un monto de evasión se debe considerar una serie de variables de la declaración anual como las que aparecen en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Variables de ejemplo para determinar las deducciones autorizadas en el ISR

Origen	Variables
Conciliación fiscal	Costo de venta fiscal
Estado de resultados	Gastos de operación
Estado de resultados	Intereses devengados a cargo nacionales
Estado de resultados	Pérdida cambiaria
Estado de resultados	Otros gastos nacionales
Estado de resultados	Gastos por partidas discontinuas y extraordinarias
Conciliación fiscal	Depreciación contable
Conciliación fiscal	Otras deducciones contables no fiscales
Conciliación fiscal	Deducciones de inversiones
Conciliación fiscal	Otras deducciones fiscales no contables

Fuente: Elaboración propia con base en los rubros de la declaración anual

En específico, se debe entender el cálculo para la determinación de las deducciones autorizadas, utilizando variables que se encuentran en la declaración anual, básicamente con información contenida en los rubros del estado de resultados y en la conciliación contable fiscal, como las que se presentan en la Tabla 5.1.

El desglose y el uso puntual de algunas de estas variables se explicará más adelante. Aquí solo vale la pena plantear que para dar sustento a su uso y lograr un cálculo, hay que considerar que las deducciones autorizadas deben ser aquellas que son estrictamente indispensables para los fines de la actividad del contribuyente (Art. 27 Fracc. I LISR), además, según las personas morales de régimen general, se debe atender a lo establecido en el Título II de la LISR.

6. ESTIMACIÓN DE LA EVASIÓN DEL ISR

En este apartado se propone un método directo para estimar la posible evasión en el Impuesto sobre la Renta (ISR) de contribuyentes registrados en el subsector minería de minerales metálicos y no metálicos y servicios de la actividad minera (excepto petróleo y gas) que, en el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018) empleada por el INEGI, corresponden a los subsectores 212 y 213. La información que servirá de base para el cálculo proviene de las declaraciones anuales y los dictámenes fiscales proporcionados por el SAT con los Registros Federales de Contribuyente (RFC) anonimizados.

Para el cálculo no se toma el universo de personas morales que integran estos dos subsectores en las bases de las declaraciones y dictámenes del SAT, sino solamente aquellos que conforman el conjunto de los considerados “Grandes Contribuyentes” para el SAT. Los grandes contribuyentes se definen como las personas morales que en el último año hayan tenido ingresos acumulables iguales o mayores a mil 250 millones de pesos (artículo 28, apartado B, fracción III del Reglamento del SAT). El periodo de estudio para la estimación del cálculo de evasión es el que abarca los ejercicios fiscales del 2016 al 2019, como se explica más adelante.

El apartado se divide en dos secciones principales: la presentación de la base de datos y la metodología empleada. Si bien la metodología se enfoca en la estimación de un monto potencial de evasión, también tiene como objetivo identificar conjuntos de contribuyentes en función de su potencial grado de evasión de ISR con base en las características contables y fiscales de las declaraciones de los contribuyentes. Aunado a ello, la metodología pretende aportar elementos para identificar posibles evasores y grados de evasión a partir de un modelo predictivo, esto es, a través de la técnica de árboles de decisión.

En cada una de las secciones se presentarán los argumentos que justifican los pasos seguidos en la metodología empleada, así como la hipótesis y premisas que la sustentan.

1. Base de Datos

La base de datos solicitada al SAT se compuso de 716 declaraciones, en las que se considera que un contribuyente puede haber presentado al menos una declaración en el periodo de estudio y, 246 dictámenes correspondientes a 67 grandes contribuyentes, en los que un mismo contribuyente puede presentar uno o más dictámenes en el periodo. En la tabla 6.1 se observa que la cantidad de dictámenes recibidos representa alrededor de una tercera parte del total de declaraciones recibidas; debido sobre todo a que, si bien todos los contribuyentes están obligados a presentar la declaración anual por ejercicio fiscal, no se tiene la obligación de presentar un dictamen por cada ejercicio en virtud de que la presentación del dictamen es optativa conforme lo dispone el artículo 32-A del Código Fiscal de la Federación.

Tabla 6.1 Cantidad de Declaraciones y Dictámenes por Ejercicio Fiscal: 2015-2019

Ejercicio Fiscal	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Declaraciones	145	146	148	148	129	716
Dictámenes	49	49	48	51	49	246

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Con base en lo argumentado en el capítulo 4, la hipótesis de estimación de montos de posible evasión fiscal puede basarse en dos premisas:

- i) La posibilidad de evasión en el sector tiene como una de las principales estrategias el registro de elevados montos de gastos que pudieran encubrir gastos de inversión, entre otros rubros;*
- ii) El patrón de costos que reporta una empresa minera está determinado, entre otros factores, por el tipo de mineral que se extrae.*

Es evidente que, si bien existen múltiples factores determinantes en el patrón de costos por unidad minera, la información disponible, de acuerdo a los datos solicitados al SAT para el estudio, son solamente los que se pueden extraer de las declaraciones y dictámenes. Otro tipo de información como sería el hecho de tratarse de una mina subterránea o superficial, a determinada profundidad, etcétera, no es información registrada por los contribuyentes en su declaración fiscal ni en su dictamen. Esta limitante implica que la única referencia para vincular declaraciones y dictámenes haya sido solamente la de Actividad para Efectos Fiscales (AEF), que permite, al menos, conocer el tipo de mineral que el contribuyente opera, o bien el tipo de servicio que proporciona. Este dato solo se obtiene en los dictámenes, es decir, no está contenida en las declaraciones. A partir de esta información se clasificaron los contribuyentes en función del tipo de mineral que extraen o servicio que proporciona. La clasificación con base en el tipo de mineral que se extrae permite, en una primera instancia, delinear una estructura de costos particular a cada tipo de mineral y de esta manera enriquecer los criterios de determinación de “gastos” lo más apegado posible a la particularidad de los diferentes tipos de minerales que los contribuyentes registraron en sus respectivas AEF. La tabla 6.2 presenta la agrupación por subsector y AEF.

Tabla 6.2 Contribuyentes clasificados por subsector basado en el SCIAN 2018

Subsector 211	Extracción de petróleo y gas
	Recursos naturales: minería y extracción de petróleo y gas
	Fabricación; producción o elaboración: química y del petróleo
Subsector 212	Minería de minerales metálicos y no metálicos
	Minería de carbón mineral
	Minería de hierro
	Minería de oro
	Minería de plata
	Minería de cobre y níquel
	Minería de plomo y zinc
	Minería de otros minerales metálicos
	Minería de piedra de cal
	Minería de arena y grava para la construcción
	Extracción y explotación de sal
	Minería de otros minerales no metálicos
Subsector 213	Servicios terciarios del sector de extracción de minerales
	Alquiler de maquinaria para construcción; minería y actividades forestales
	Otros servicios de apoyo a los negocios
	Servicios de explotación o prospección minera y desmantelamiento de torres de perforación
	Fabricación; producción o elaboración: Industria metálica y productos metálicos
	Fabricación de otros productos de hierro y acero de material comprado
	Refinación de otros metales no ferrosos
	Otros intermediarios de comercio al por mayor

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Posteriormente, se identificaron a los contribuyentes que presentaron tanto declaraciones como dictámenes, con objeto de identificar su AEF y vincularla a los datos de la declaración y del ejercicio fiscal declarado. Con base en ello se obtuvo la Tabla 6.3.

Tabla 6.3 Cantidad de Declaraciones con coincidencia en Dictámenes por Ejercicio Fiscal en subsectores de Actividad: 2015-2019

Subsector (SCIAN)	2015	2016	2017	2018	2019
211	47	0	0	0	0
212	0	39	39	39	37
213	2	10	9	12	12
TOTAL Declaraciones	49	49	48	51	49

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

De la Tabla 6.3 se observa que del total de dictámenes correspondientes al ejercicio 2015, 47 contribuyentes pertenecientes al subsector 211 coinciden en presentar declaración y dictamen. En el mismo ejercicio se identificaron cero contribuyentes para el subsector 212 y solo 2

contribuyentes del subsector 213. En los ejercicios 2016-2019 no se identificaron contribuyentes que presentaron a su vez declaración y dictamen en el subsector 211, pero sí en el subsector 212 y 213.

La ausencia de dictámenes recibidos en 2015 concernientes al subsector 212, podría derivarse de la reforma energética del mismo año ya que fue necesario que los contribuyentes reclasificaran las actividades económicas del sector minero. Esto explicaría la causa de que no existan declaraciones de contribuyentes coincidentes con su correspondiente dictamen pertenecientes al subsector 211 de 2016 en adelante.

Con base en lo anterior, la base de datos con la que se llevó a cabo el estudio de evasión es la que se formó con los contribuyentes que presentaron para el mismo ejercicio fiscal tanto la declaración como el dictamen. Esto debido a que los algoritmos de cálculo de evasión se basan en variables que necesariamente provienen de ambas fuentes y que identifican de manera inequívoca la información de la declaración con la AEF que contiene el dictamen del mismo ejercicio fiscal. Como los grupos de interés en el estudio son los subsectores 212 y el 213, los cálculos para la estimación de la evasión de ISR corresponden al periodo 2016-2019. Por ende, la base de datos con la que se realizaron los cálculos de la estimación de la posible evasión de ISR se redujo a 197 declaraciones (Tabla 6.4.).

Tabla 6.4 Cantidad de Declaraciones con coincidencia en Dictámenes por Ejercicio Fiscal en subsectores de Actividad 212 y 213: 2016-2019.

Subsector (SCIAN)	2016	2017	2018	2019
212	39	39	39	37
213	10	9	12	12
Total de declaraciones	49	48	51	49

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Es importante resaltar que la cantidad limitada de contribuyentes con la que quedó finalmente conformada la base de datos deriva de que únicamente se trabajó con los contribuyentes que presentaron tanto declaración como dictamen.

El tamaño de la base de datos elegida tiene como inconveniente que solo puede hacer uso de una limitada cantidad de variables en el modelo de cálculo de evasión, debido a la proporción que debe guardarse entre el tamaño de la muestra (la cantidad de declaraciones) y las variables de análisis. Entre menor sea la muestra y mayor sea la cantidad de variables, los grados de libertad del modelo estadístico que se propone implementar se reducen considerablemente, lo cual compromete la capacidad predictiva del modelo.

Por otra parte, esta restricción reduce también el grado de validación estadística cuando se pretende determinar patrones diferenciados de costos de operación y extracción para once minerales que componen el subsector 212 con un reducido número de contribuyentes. Por tanto, los resultados deberán ser tomados con las reservas de lo que implica el reducido tamaño de

registros que se utilizará para hacer una prospección del monto de evasión en el subsector 212 y 213.

2. Metodología

Dado que el objetivo de este apartado es el de cálculo de la potencial evasión en el ISR, es pertinente partir de la identificación de conjuntos de contribuyentes en función de su posible grado de evasión. A fin de obtener estos conjuntos con diferente grado y monto de evasión, se decidió utilizar variables contables y técnicas estadísticas para este fin. Por otra parte, se empleó la herramienta científica conocida como “árboles de decisión” para predicciones de grado de evasión.

a) *Método de árboles de decisión*

Los árboles de decisión son herramientas que pertenecen al ámbito de la ciencia de datos, dentro de lo que se denomina aprendizaje estadístico.

El aprendizaje estadístico está conformado por un conjunto de herramientas para el tratamiento, modelado y comprensión de bases de datos de estructura compleja (Wickham y Golemund, 2017). Es un área relativamente joven del campo de la estadística que mezcla otras áreas como lo son el cómputo científico y el aprendizaje de máquinas (Burkov, 2019). La calidad del aprendizaje estadístico logrado depende de la cantidad y calidad de los datos de insumo. Este tipo de herramientas ha tomado fuerza con la llegada del paradigma denominado “big data,” por la cantidad y complejidad de datos que se generan en distintos ámbitos.

Los datos que se analizan se identifican por una serie de características. Un elemento del conjunto de datos se puede expresar con un vector de sus características. Este vector es fundamental para tipificar a cada elemento de la muestra de datos con que se cuenta.

El objetivo principal de este tipo de herramientas es encontrar patrones no evidentes en conjuntos de datos y, particularmente, predecir ciertos resultados en nuevos conjuntos de datos. Se centra en explotar datos previamente identificados, usualmente denominados datos de entrenamiento y, a partir de estos, identificar los mismos patrones en nuevos conjuntos de datos llamados datos de prueba. Al final del algoritmo el árbol de decisión da como resultado grupos de elementos conformados de acuerdo a características similares, previamente definidas por categorías. Más adelante se presentan ejemplos que ilustran de manera más clara la conformación de grupos de interés con base en los árboles de decisión.

i. Aprendizaje supervisado

Existen básicamente dos tipos de aprendizaje estadístico: el denominado aprendizaje supervisado y el no supervisado. En el primero se cuenta con un conjunto de características registradas, de las cuales un subconjunto de éstas se denomina predictor y otro se denomina respuesta. En el método no supervisado, solo se tienen las características entendidas como predictores.

ii. Árboles de decisión

Dentro de los métodos de aprendizaje estadístico supervisado, particularmente aquellos enfocados en la predicción, se ubican los denominados árboles de decisión. Estos tienen una variable de respuesta o supervisión, la cual puede ser numérica o categórica, y un conjunto de características o predictores. Para el caso de la segunda variable (la categórica), los árboles clasifican a cada elemento de la muestra en una categoría específica a través de las características que lo identifican (Khun y Johnson, 2013). Para su aplicación se requiere contar con un conjunto muestra de elementos que permitan entrenar al modelo para que éste sea capaz de clasificar de manera óptima los elementos de la muestra, de acuerdo a algún criterio previamente establecido.

Los árboles de clasificación también pueden construirse cuando la variable de respuesta es de tipo categórico, por ejemplo, colores, género, entidades geográficas, etcétera. Los predictores de estos árboles de predicción pueden ser de tipo categórico o numérico.

iii. Aplicación

Existe una gran cantidad de posibles aplicaciones de métodos de árboles de decisión de diversos tipos. Por ejemplo, en la asignación de créditos bancarios se considera el nivel de riesgo de la institución de un potencial cliente moroso para decidir si se otorga o no dicho crédito. La respuesta de una institución a una solicitud de crédito puede ser aceptarla a rechazarla. Esta decisión se basa en predictores como sexo, edad, estado civil, historial crediticio e ingresos, entre otros.

Este tipo de problema puede ser tratado mediante un árbol de decisión basado en los registros de la institución bancaria, los cuales se consideran datos de entrenamiento. Cada nueva solicitud, considerada como un dato de prueba, se somete al modelo predictivo para establecer la potencial respuesta al cliente: rechazar o aceptar su solicitud.

Para el caso del presente estudio, se utilizarán árboles de decisión con una finalidad predictiva teniendo una variable categórica con tres posibles respuestas: bajo, medio o alto riesgo de evasión. Esto genera tres conjuntos de contribuyentes según en la categoría que sean clasificados, a estos conjuntos se les denomina “clusters”. Por la cantidad de datos con la que quedó formada la base de datos, se tomarán en este estudio solamente dos predictores categóricos que son el ejercicio fiscal y la cantidad de AEF contabilizadas por cada uno de los contribuyentes en el periodo de estudio 2016-2019. En este caso, no se cuenta con una respuesta de supervisión registrada previamente por la institución (SAT), por tanto, es necesario construirla mediante un indicador basado en información disponible en las declaraciones fiscales y los dictámenes, el cual se detalla más adelante, en el apartado de estimación de la evasión fiscal.

b) Clusters

El primer paso para construir el árbol de decisión mediante el cual se obtienen los clusters de contribuyentes con sospecha de evasión, es el de definir una variable de respuesta de tipo categórico ordinal con tres grados de evasión: bajo, medio y alto.

i. Construcción de clusters

La variable respuesta, necesaria para la construcción del árbol de decisión y sus clusters, se obtiene con base en los indicadores P1, P2, P3, P4 y P5, (Ver tabla 6.5) considerados como posibles predictores de sensibilidad a la evasión. Entre las variables seleccionadas para construir estos indicadores P destacan los rubros de “gastos” dado que se basan en la premisa i) presentada en el punto 1 de este apartado. Por otra parte, todos usan como punto de referencia las ventas totales, por ser una variable medular de cualquier empresa debido a su relación directa con la rentabilidad de la misma.

Tabla 6.5 Indicadores considerados como posibles alertas de evasión en el sector minería: México

Indicador	Numerador	Denominador
P1	Costo de ventas	Ventas totales
P2	Utilidad Bruta	Ventas totales
P3	Gastos de operación	Ventas totales
P4	Utilidad de operación	Costo de ventas totales
P5	Utilidad Neta	Ventas totales

Fuente: Elaboración propia con base en rubros contenidos en la declaración anual y el dictamen fiscal

El costo de ventas sobre ventas totales es importante como predictor de evasión ya que en el costo de ventas se pueden incluir gastos que propiamente no son parte del costo e incluso pueden considerarse como inversiones no reportadas o disfrazadas de costo.

La utilidad bruta sobre ventas totales también es importante porque señala la posibilidad de cubrir los gastos necesarios en los que incurre una empresa. Es relevante porque nos indica el margen de contribución.

Los gastos de operación sobre ventas totales indican cuánto gasto se generó para la operación de la empresa. Cabe mencionar que en este rubro se pueden encontrar algunas sospechas de gastos que propiamente no son tales.

Por otro lado, la utilidad de operación sobre costo de ventas totales es importante ya que indica el porcentaje que se genera por las unidades vendidas después de restarle los gastos.

Finalmente, la utilidad neta sobre ventas totales refiere a cuánto fue el porcentaje obtenido del volumen de ventas realizadas una vez restándole todos los costos y gastos.

Con el fin de tener un referente estadístico con el que se estimarán valores para los indicadores P de sensibilidad arriba señalados, se consultaron los informes financieros que

algunas de las empresas mineras (mexicanas y extranjeras) más importantes que operan en nuestro país reportan en la Bolsa Mexicana de Valores. Este foro es una fuente básica para conocer el funcionamiento de las empresas en términos de su rentabilidad, capacidad operativa, proyectos de inversión y financiamiento, por lo que sus reportes son tomados como base para la toma de decisiones para el mercado tanto de oferta como de demanda de los productos que cotizan en ella. Por otra parte, las empresas que cotizan sus valores mediante la Bolsa están sujetas a ciertos lineamientos como es el de proporcionar al público información veraz y consistente con lo establecido en la Ley del Mercado de Valores, las disposiciones de carácter general (circulares) emitidas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores y el Reglamento Interior de la Bolsa Mexicana de Valores. En el Anexo “Metodología de obtención de clusters de evasión” se enlistan las empresas cuyos reportes financieros se tomaron como referencia para cada mineral del subsector 212, así como la fuente y fecha en que se llevó a cabo la consulta.

Con ese criterio se obtuvo una matriz que contiene los valores de los indicadores de referencia de sensibilidad a la evasión para cada AEF de los subgrupos 212 y 213. (Tabla 6.6).

Tabla 6.6 Matriz de indicadores de sensibilidad de la evasión en el sector minería de México

Actividad económica registrada por el contribuyente para efectos fiscales	Costo de ventas/Total de ventas	Utilidad bruta/ Total de ventas	Gastos de operación/ Total de ventas	Utilidad de operación/ Costo total de ventas	Utilidad Neta/ Total de ventas
AEF	P1	P2	P3	P4	P5
Minería de carbón mineral	78.44	21.18	1.3	22.48	15.19
Minería de hierro	91.86	7.76	3.8	3.96	11.36
Minería de oro	67.21	32.41	16.87	15.54	4.28
Minería de plata	63.43	36.19	9.45	26.74	13.41
Minería de cobre y níquel	79.03	20.59	2.87	15.98	10.07
Minería de plomo y zinc	84.2	15.42	24.13	16.8	11.36
Minería de otros minerales metálicos	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de piedra de cal	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de arena y grava para la construcción	68.7	30.92	10.87	20.04	13.86
Extracción y explotación de sal	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de otros minerales no metálicos	81.61	18.01	15.09	2.92	11.36
Servicios en general de Apoyo a la minería	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36

Fuente: Elaboración propia con base a la información publicada por empresas del subsector 212 que cotizan en la Bolsa de Valores Mexicana (se detalla en Anexo).

En los casos en los que no fue posible obtener un valor de algún indicador P con base en los reportes de las empresas disponibles en el portal de la Bolsa Mexicana de Valores, se calculó el promedio de los datos disponibles que se habían obtenido de las empresas que cotizan en Bolsa. A este método se le conoce en estadística como “imputar”, el cual consiste en asignar valores a partir de datos asociados.

Es importante señalar que cada renglón de esta matriz podría ser asimilable a un vector elemental de costos y gastos para cada tipo de mineral que se extrae o de servicios a esa actividad. Si bien se mencionó en el apartado 6.1 que el patrón de costos está fuertemente determinado por el tipo de mineral a extraer o el servicio (entre otros importantes factores), el reto del estudio era aproximarse a una homogeneización de dichos patrones a través de indicadores comunes que permitieran establecer alertas de potencial evasión en diferentes grados.

Los indicadores P de la Tabla 6.6 constituyen los umbrales de evasión para cada uno de los contribuyentes tomando en cuenta la AEF y el ejercicio fiscal reportando. Para determinar el potencial grado de evasión (bajo, medio, alto) se asoció a dichos indicadores P una variable categórica ordinal definida como B1 a B5 en el proceso de estimación de la evasión. Cada uno de los indicadores P obtenidos en la declaración fiscal del contribuyente fue comparado contra su respectivo umbral, si éste era menor que el umbral se le asignó un valor de cero (indica que no es potencial evasor) y un valor de uno si era mayor al umbral. Esto conformó un vector binario, de ceros y unos, para cada contribuyente en sus respectivas declaraciones fiscales.

Los indicadores de posible evasión tienen una ponderación: el indicador P1 tiene un peso de 70% y cada una del resto de las variables (P2 a P5) del 7.5%. La ponderación de los indicadores P no resulta de un argumento estadístico. No existe una definición matemática que, con base en una demostración científica, indique que la ponderación de P1 sea igual a 70% y que para cada uno del resto de los indicadores sea igual a 7.5%. De hecho, de poseer esa demostración, se podría considerar ya resuelto el problema nodal de este capítulo, esto es, la determinación del monto posible de evasión. Derivado de ello, el grado de ponderación que da un alto peso predictivo al indicador P1 respecto de los demás, fue determinado con base en la consulta que fue llevada a cabo con especialistas contables, quienes señalaron que el indicador “costo de ventas sobre ventas totales” puede ser comúnmente utilizado para encubrir supuestos costos, que en realidad no sean tales (inversiones, por ejemplo) y de esta forma disminuir montos en el pago de impuestos. Esto es debido a que el concepto “costo de ventas” incluye un universo demasiado amplio en el que se contabilizan tanto compra de materia prima y tecnología, como pago de salarios, fletes, suministros de servicios, etcétera. El “costo de ventas” es, por lo tanto, un rubro clave que permite dilucidar desde el margen de ganancia hasta su impacto, por ende, en el posible nivel de evasión. Dado que no es posible definir estadísticamente la ponderación de los indicadores P, deberá tomarse con las reservas del caso los resultados obtenidos puesto que derivan de una premisa de índole contable.

Un ejemplo, obtenido de la base de datos enviada por el SAT, que ilustra de manera breve la forma en la que la variable categórica ordinal clasifica a los contribuyentes en cada uno de sus indicadores P es el caso del contribuyente X. La AEF del contribuyente X corresponde a la de extracción de mineral de hierro y en el ejercicio fiscal 2016 presentó un valor de 562.24% en el indicador P1. Ahora, el valor de P1 máximo permitido para no sospecha de evasión para la minería de hierro es de 91.86%. Esto es, el valor del indicador P1 en la declaración del contribuyente X fue mucho más alto que el umbral establecido para dicho indicador. Por ello, la variable categórica en P1 para el contribuyente X en el ejercicio fiscal 2016 tomó el valor de uno (evasor potencial). Esta comparativa de valores para cada uno de los indicadores P de la matriz

de umbrales de evasión fue realizada para cada contribuyente en cada uno de los ejercicios fiscales del periodo de estudio. De esta comparativa se obtuvo un vector binario B1 a B5 (de ceros y unos) para cada contribuyente en cada ejercicio fiscal.

Una vez que se tiene el vector binario con los cinco valores correspondientes a los cinco indicadores P, se lleva a cabo la suma ponderada. Por ejemplo, suponiendo que los valores del vector son $B = [1,0,0,1,1]$, entonces se define la variable PEV como la siguiente suma ponderada:

$$PEV = 0.70 \times 1 + 0.075 \times 0 + 0.075 \times 0 + 0.075 \times 1 + 0.075 \times 1 = 0.85$$

La suma ponderada tomará siempre valores en el rango de cero a uno que se interpretará como un rango para medir la evasión, y ayudará a clasificar los grupos de riesgo de evasión.

Una vez calculado el PEV para todos los contribuyentes y sus respectivas declaraciones fiscales, se procedió a la conformación de grupos con base a su grado de evasión. Para ello se segmentó al conjunto de contribuyentes y declaraciones fiscales con su correspondiente suma PEV en cuartiles para obtener su riesgo de evasión: Bajo: Aquellos con valor menor o igual al primer cuartil. Medio: A valores mayores al primer cuartil y menor o igual al segundo cuartil. Alto: A los que resultaron mayores al segundo cuartil se les consideró de riesgo alto.

Se seleccionó el segundo cuartil como límite inferior para riesgo alto porque se detectó asimetría en los valores PEV, y en el rango de cero a uno. En otros términos, el segundo cuartil presenta valores del orden de 0.77, lo que implica que, en la escala de cero a uno, ya presenta un valor alto. A esta clasificación de tipo ordinal se le denominará “grado de evasión”, denotada como GEV, la cual es la variable respuesta buscada para la determinación de grupos en el modelo supervisado de predicción.

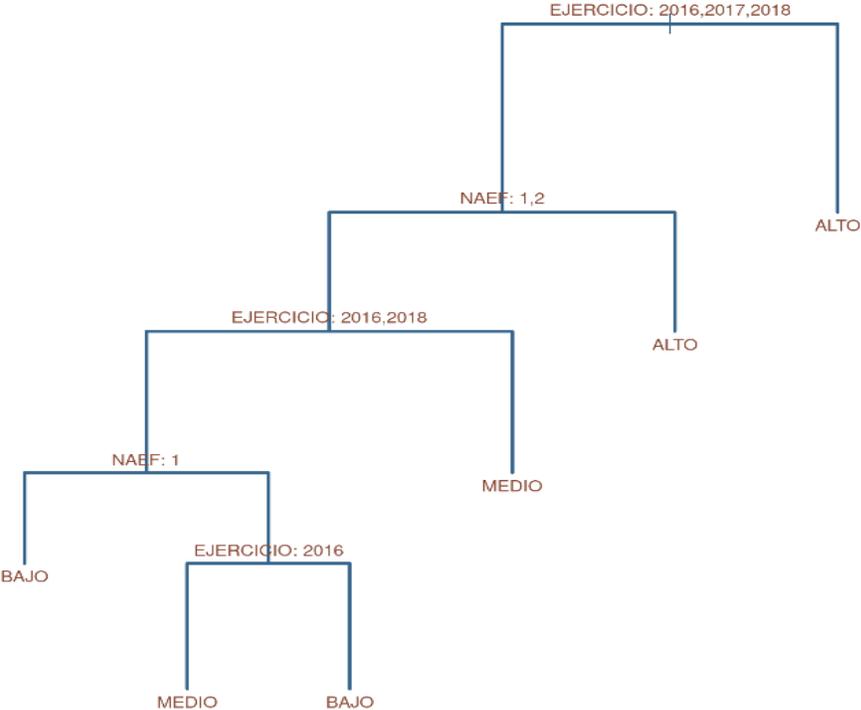
Cabe mencionar que lo que se analiza son declaraciones fiscales, por lo tanto, un contribuyente puede estar clasificado como de alta sospecha de evasión en el ejercicio fiscal 2016, por ejemplo, pero de baja sospecha de evasión para el ejercicio 2017. No se genera una calificación y evasión global definitiva para cada contribuyente dado que cada ejercicio fiscal genera una variable categórica sobre el grado de evasión, no es una escala numérica, por lo que no es posible obtener un promedio o una medida única. Por otra parte, al tener el contribuyente la posibilidad de cambiar de AEF de un ejercicio fiscal a otro, invalida la opción de asignar una calificación única a dos o más diferentes AEF de un mismo contribuyente.

ii. Obtención de clusters

A partir de los datos fuente disponibles, considerados como datos de entrenamiento, fue factible estimar las rutas de decisión, es decir, los criterios para decisión respecto de si un contribuyente determinado, en un ejercicio fiscal determinado, “caía” en una categoría específica de grado de evasión. De esta manera, se obtuvieron los tres posibles conjuntos (clusters) de contribuyentes. Los detalles del cálculo para la obtención de los tres grupos de sospecha de evasión se presentan en el Anexo “Metodología de obtención de grupos de evasión”.

Para la construcción de clusters de evasión también se consideró otra variable: la cantidad de veces que el contribuyente cambia de AEF durante el periodo de referencia de 2016 a 2019. En los datos correspondientes a dictámenes se identificaron 20 contribuyentes que no cambiaron de AEF, 43 contribuyentes que cambiaron dos veces su AEF y 4 contribuyentes con 3 AEF diferentes en el periodo de estudio. Se construyó una variable con la cantidad de AEF diferentes registrados por un mismo contribuyente que, fue identificada como NAEF. Esta variable se considera de interés en la construcción de los clusters de evasión dado que cada AEF cambia el contexto fiscal del contribuyente.

Una vez ejecutados los algoritmos del modelo, se generó el siguiente árbol de decisión:



En el árbol de decisión construido se resumen los criterios para clasificar a cada contribuyente y su o sus respectivos ejercicios fiscales en una categoría específica de baja, moderada o alta sospecha de evasión. La tabla 6.7 muestra las predicciones de grado de evasión en aquellas declaraciones a las que no fue posible clasificar a través de variables contables. A partir de 88 declaraciones se seleccionó una muestra aleatoria de 66, que corresponde al 75% de los datos, los cuales se consideran como datos de entrenamiento para la construcción del árbol predictivo. Utilizando este árbol se hizo la predicción de 109 declaraciones.

Tabla 6.7 Cantidad de contribuyentes y declaraciones clasificadas por sospecha de evasión obtenidas por el árbol de decisión

Ejercicio Fiscal	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	5	0	4	0	9
Medio	14	13	12	0	39
Alto	6	10	14	31	61
Contribuyentes por Ejercicio Fiscal	25	23	30	31	

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

La tabla 6.8 presenta la cantidad de contribuyentes asignados por grupos de grado de evasión y ejercicio fiscal derivados de la matriz de indicadores de sensibilidad de evasión (Tabla 6.6). No resulta del árbol de decisión, ya que el árbol tiene como finalidad hacer predicciones de grados de evasión en las declaraciones que no cuenten con la suficiente información para estimarlos, bastaría con tres variables de la declaración: el Registro Federal de Contribuyentes, el año del ejercicio fiscal y la cantidad de AEF que presentó el contribuyente en el periodo de estudio. La sumatoria de los datos que aparecen en la tabla corresponden a las declaraciones a partir de las cuales se pudo estimar la evasión. Aquí se debe considerar que, al computar por declaración, un mismo contribuyente puede aparecer en más de un ejercicio fiscal. El total en cada uno de los ejercicios fiscales corresponde a contribuyentes diferentes, esto es, la lectura por columna de los ejercicios. Los totales por fila corresponden al total de declaraciones clasificados por nivel de riesgo de evasión.

Tabla 6.8 Cantidad de contribuyentes y declaraciones clasificadas por sospecha de evasión obtenidas por variables contables

Ejercicio Fiscal	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	3	3	5	2	13
Medio	9	10	6	4	29
Alto	7	4	4	6	21
Contribuyentes por Ejercicio Fiscal	19	17	15	12	

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

iii. Pruebas estadísticas de validación

Una vez construido el árbol de decisión a partir del modelo y los datos disponibles, se estima la tasa de error, la matriz de confusión y la eficiencia en la predicción. Esta técnica de validación permite saber, en esencia, con qué precisión se están haciendo predicciones correctas en relación a los valores esperados de la categoría correspondiente.

Dicha precisión se obtiene a partir de la matriz de confusión. La matriz de confusión se forma mediante los valores reales (GEV) y valores en la predicción (GEVP) del conjunto de entrenamiento. Ver tabla 6.9

Tabla 6.9 Matriz de Confusión

	Bajo	Medio	Alto
Bajo	0	1	4
Medio	1	7	3
Alto	3	1	2

Fuente: Elaboración propia

Las etiquetas en la primera columna corresponden a las predicciones y las etiquetas en el primer renglón corresponde a los valores reales. Los valores con predicción correctos se ubican en la diagonal principal de la matriz. La precisión en la predicción se obtiene como el cociente cuyo numerador es la suma de los elementos de la diagonal (verdaderos positivos y verdaderos negativos) y la suma del total de casos (toda la matriz). Para este conjunto de datos la precisión fue de $PREC=0.41$, esto es 41%.

$$PREC = \frac{0 + 7 + 2}{22} = 0.41$$

Si bien el valor de eficacia es relativamente bajo, se considera una buena precisión dada la cantidad limitada de datos y su distribución en las distintas variables utilizadas en el modelo. Con una mayor cantidad de datos es factible integrar más variables, tanto categóricas como numéricas, e incrementar significativamente la precisión de estimaciones.

3. Estimación de la posible evasión

Finalmente, se procedió a calcular un estimado de evasión durante el periodo 2016-2019 para cada contribuyente en sus respectivas declaraciones fiscales, independientemente del grado de evasión en que éste hubiese sido clasificado por el algoritmo.

Los montos calculados se compararon con los montos de ISR que dichos contribuyentes declararon en sus correspondientes ejercicios fiscales, y la diferencia del acumulado entre el ISR potencialmente estimado y el ISR declarado por el contribuyente es lo que determinó el estimado potencial de evasión del periodo.

Para obtener el cálculo del ISR potencial estimado se utilizó lo señalado por la LISR en el artículo 9 donde establece que se obtiene la utilidad fiscal disminuyendo de la totalidad de los ingresos acumulables obtenidos en el ejercicio las deducciones autorizadas y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas pagada en el ejercicio. Como se presentó en el capítulo 5 de este estudio, correspondiente al marco legal del sector de minería, la base gravable se determinó aplicando a la utilidad fiscal la tasa de ISR correspondiente.

Las deducciones autorizadas que fueron consideradas para deducir de los ingresos acumulables están señaladas en el artículo 27, fracción I de la ley del Impuesto Sobre la Renta.

Los conceptos con los que se llevó a cabo el cálculo de las deducciones autorizadas son los siguientes:

- a) Costo de venta fiscal;
- b) Gastos de operación;
- c) Deducciones de inversiones;
- d) Otras deducciones fiscales;
- e) (-) Depreciación contable; y,
- f) (-) Otras deducciones contables no fiscales.

Estos conceptos de deducción autorizada fueron seleccionados en función de que equivalen a un porcentaje promedio de 98.31% del total del importe (es decir, tomando todos los ejercicios) de las deducciones autorizadas autodeterminadas por 25 contribuyentes que presentaron datos en todas las variables arriba enlistadas en al menos una de sus declaraciones. Los montos de los conceptos “depreciación contable” y “otras deducciones contables no fiscales” fueron sustraídos del monto de deducciones autorizadas calculadas con la sumatoria de los conceptos del inciso a) al d).

El estimado del ISR potencial se calculó, tomando como base las variables Gasto de Operación y Costo de venta fiscal.

En una primera etapa, se tomaron como base los valores de los parámetros de Gastos de operación. Esto es, los algoritmos del programa verificaron los valores de esos indicadores para cada contribuyente y por cada ejercicio fiscal de acuerdo al umbral del indicador P3 (Gastos de operación/Total de ventas) de la matriz de umbrales. Cuando los valores registrados en la declaración fiscal eran más altos respecto de los que se expresan en la matriz de indicadores P entonces el algoritmo los sustituyó por los valores umbrales que la matriz permite.

Tomemos como ejemplo al contribuyente Y, cuyo caso fue extraído de la base de datos. Dicho contribuyente se encuentra registrado en la actividad de minería de hierro, en la que el indicador P3 tiene umbral de 3.8% y presenta un gasto de operación sobre su total de ventas de 10.15%. De ahí entonces, el criterio fue el de sustituir el dato del gasto de operación a la cifra equivalente a 3.8% sobre su total de ventas.

En una segunda etapa, se analizaron los valores de los parámetros de Costo de ventas fiscal; esto es, se calculó el porcentaje del Costo de ventas fiscal respecto del Total de ventas; este porcentaje se comparó con los valores umbrales de P1 (Costo de ventas/Total de ventas), cuando el porcentaje era menor o igual a P1 se mantuvo el valor del Costo de ventas fiscal autodeterminado. De lo contrario se sustituyó el valor por el del umbral permitido por P1.

Por ejemplo, el contribuyente Z, cuyo caso fue extraído de la base de datos, presenta un costo de ventas fiscal sobre su total de ventas de 102.58%. Dicho contribuyente se encuentra registrado en la actividad de minería de otros minerales metálicos, en la que el indicador P1 tiene umbral de 76.81%. De ahí entonces, el criterio fue el de sustituir el dato del gasto de operación a la cifra equivalente a 76.81% sobre su total de ventas.

Este proceso fue necesario debido a que se encontraron casos de declaraciones en las que el monto del Costo de ventas fiscal, aunado al monto del conjunto de variables a deducir,

sobrepasaba el monto de Ingresos acumulables, lo cual redundaba en valores negativos de la Utilidad Fiscal. Así, si bien no se contaba con el dato de Costos de ventas fiscal directamente de la fuente que proporcionaban los reportes de la Bolsa Mexicana de Valores para construir su propio parámetro, fue necesario tomar como base el valor umbral del indicador P1.

En una tercera etapa, se procedió a estimar la participación de los trabajadores en la utilidad (PTU), dado que este concepto no fue solicitado al SAT en la base de datos enviada, pero forma parte del cálculo de la base gravable, de conformidad con el artículo 9 de la ley del ISR. Para estimar la PTU se verificó que en cada RFC y ejercicio fiscal existieran datos en los registros de aportaciones de SAT, Infonavit y jubilación por vejez, además en cuotas al IMSS. Esto se hizo con la finalidad de saber si el contribuyente o persona moral había empleado trabajadores en su actividad económica, puesto que muchos contribuyentes no registran pagos por salarios, lo que da como indicio que no se emplearon trabajadores.

Entonces, de existir datos en dichas celdas se procedió al cálculo de la PTU multiplicando la utilidad fiscal del ejercicio fiscal inmediato anterior por 10% de conformidad con el artículo 123 Constitucional, apartado A, fracción IX incisos a), b) y c), así como en los artículos 117 a 120 de la Ley Federal del Trabajo. En el caso de 2016, para este estudio, se considera que $PTU=0$ al no tener elementos del año inmediato anterior para estimarlo. A los contribuyentes que no presentaban información en dichos conceptos se les asignó valor de cero a la PTU.

Para el correcto procesamiento de cálculo, tanto de la obtención de grupos de evasión como de la estimación del ISR potencial y el monto potencial de evasión en el periodo de estudio, se llevó a cabo la adecuación y limpieza de la información contenida en las declaraciones para detectar, entre otros defectos, montos extraordinarios y omisión de campos. Por lo que finalmente el estimado de ISR potencial se generó con la información de 63 declaraciones, correspondientes a 26 contribuyentes.

7. RESULTADOS

En total, el monto de evasión potencial estimado en el periodo de estudio 2016-2019 para este conjunto de contribuyentes, asciende a **19,134.7 millones de pesos**. Las tablas 7.1, 7.2 y 7.3 ilustran los resultados por riesgo de evasión y ejercicio fiscal.

Tabla 7.1. ISR potencial acumulado, estimado por ejercicio y riesgo de evasión. MDP

Riesgo de Evasión	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	434.24	651.01	1,306.22	424.10	2,815.57
Medio	5,176.09	5,306.53	3,911.47	1,453.78	15,847.88
Alto	4,367.63	2,090.23	2,607.25	3,390.15	12,455.26
Total	9,977.96	8,047.77	7,824.94	5,268.03	31,118.71

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Tabla 7.2. ISR causado en el ejercicio digitado por el contribuyente. MDP

Riesgo de Evasión	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	232.36	251.09	344.03	193.36	1,020.86
Medio	3,260.01	2,813.44	1,396.14	1,019.19	8,488.80
Alto	915.43	138.57	426.74	993.54	2,474.30
Total	4,407.81	3,203.11	2,166.93	2,206.10	11,983.97

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Tabla 7.3. Monto potencial de evasión estimado por ejercicio y riesgo de evasión. MDP

Riesgo de Evasión	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	201.88	399.91	962.18	230.73	1,794.70
Medio	1,916.08	2,493.08	2,515.32	434.59	7,359.07
Alto	3,452.20	1,951.66	2,180.51	2,396.60	9,980.96
Total	5,570.15	4,844.65	5,658.01	3,061.92	19,134.73

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

En una primera instancia, el monto potencial de evasión estimado podría parecer pequeño; sin embargo, si se contrasta este monto con el total de la recaudación por concepto de ingresos tributarios del sector minero (excluyendo extracción de petróleo y gas) como se muestra en la Tabla 2.3 (donde se observa que del 2016 al 2019 se registró un acumulado de 21,348 MDP¹⁹), se tiene que la proporción del monto estimado de evasión de 26 contribuyentes, tomados como base en este estudio, representa el 89.6% de dichos ingresos en el mismo periodo, lo cual es muy

¹⁹ La cifra del acumulado del periodo 2016-2019 se obtiene de la sumatoria de montos de la fila 5 (Ingresos Tributarios del Total Minería) de la Tabla 2.3.

significativo. También se puede comparar el monto estimado de ISR potencial acumulado (para 2016-2019, asciende a 31,119 MDP), con el monto de ISR causado autodeterminado por los contribuyentes en los ejercicios fiscales correspondientes al periodo 2016-2019, que, como se observa en la tabla 7.2, dicho monto asciende a 11,984 MDP, lo que representa una tributación de solo 38.5% respecto del monto potencial que se estima debió causar este grupo de contribuyentes.

Si bien el monto de evasión estimada en esta investigación corresponde a un reducido número de contribuyentes, para llevar a cabo una extrapolación sería necesario, por ejemplo, contar con el mismo conjunto de variables (como la AEF) que se utilizó para estimar el monto de evasión. De la misma manera, para determinar un valor aproximado de evasión en el universo de contribuyentes de los subsectores 212 y 213 en el periodo de estudio mediante el método de imputación, sería recomendable contar con un histórico censal y, con base en ello, se pueden identificar conjuntos de contribuyentes con características similares, usualmente llamados “vecinos estadísticos”.

Un análisis más desglosado de los resultados se presenta en las tablas 7.4 y 7.5. La clasificación de grupos de riesgo de evasión por AEF muestra, en la tabla 7.4, que el mayor número de declaraciones consideradas de alto riesgo se ubica en la extracción de plata (con 11 declaraciones); el segundo grupo importante en cantidad es el de extracción de plomo y zinc que se ubica con 15 declaraciones de riesgo medio de sospecha; el tercer grupo de interés es el de la actividad de extracción y explotación de sal, en la que las tres declaraciones presentadas se situaron en una alta sospecha de riesgo de evasión.

Tabla 7.4. Grupos de sospecha de evasión clasificados por AEF

Actividad para Efectos Fiscales	Bajo	Medio	Alto	Suma
Minería de plomo y zinc	6	15	1	22
Minería de plata	0	4	11	15
Minería de hierro	3	5	1	9
Servicios de explotación minera	2	2	1	5
Extracción y explotación de sal	0	0	3	3
Otros minerales no metálicos	0	1	2	3
Otros minerales metálicos	0	2	1	3
Minería de piedra de cal	2	0	0	2
Minería de oro	0	0	1	1
Total	13	29	21	63

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

La tabla 7.5 muestra la segmentación por montos de evasión estimada. Nuevamente, los montos acumulados muestran que las AEF de principal alerta están en las actividades de extracción de plata, de plomo y zinc, les seguiría la extracción de mineral de hierro. El

ordenamiento que aparece en ambas tablas muestra consistencia entre el monto de evasión potencial y el nivel de sospecha de riesgo de evasión.

*Tabla 7.5. Monto potencial de evasión y nivel de sospecha de evasión por AEF. Acumulado del periodo 2016-2019. MDP**

Actividad para Efectos Fiscales	Bajo	Medio	Alto	Suma
Minería de plata		2,202.38	4,487.23	6,689.61
Minería de plomo y zinc	892.65	2,378.53	587.82	3,859.00
Minería de hierro	410.52	1,304.00	1,082.73	2,797.24
Extracción y explotación de sal			1,888.75	1,888.75
Servicios de explotación minera	361.63	838.99	481.76	1,682.38
Otros minerales metálicos		533.14	705.25	1,238.39
Otros minerales no metálicos		102.03	501.00	603.03
Minería de oro			246.42	246.42
Minería de piedra de cal	129.90			129.90
Total	1,794.70	7,359.07	9,980.96	19,134.73

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

* Las celdas vacías corresponden a información inexistente, no son equivalentes a cero.

Es importante resaltar que la clasificación obtenida debe tomarse con reservas en el análisis ya que, como se ha mencionado, la muestra con la que se lleva a cabo esta segmentación tendría que ampliarse. Esto es, en un estudio estadístico experimental sería requerido contar con al menos cinco declaraciones en cada combinación de AEF y ejercicio fiscal, lo que equivaldría a contar como mínimo con 76 declaraciones debidamente distribuidas por cada AEF y ejercicio fiscal.

A manera de conclusión, puede afirmarse que la eficiencia del método se vería reforzada con suficientes datos presentes tanto en ejercicios fiscales como en actividad fiscal, la simple inclusión de la AEF en el formato de las declaraciones permitiría enriquecer ampliamente los resultados de este modelo.

La metodología aquí propuesta para el cálculo de evasión tiene como premisa ii) que el tipo de mineral a extraer o servicio, el cual se registra por el contribuyente en la AEF del dictamen, es un dato importante para determinar su patrón de costos. Esta hipótesis llevó a limitar los casos a considerar solamente a aquellos contribuyentes cuya declaración de ejercicio fiscal y dictamen del mismo ejercicio estuvieran presentes en la base de datos. Lo que lleva a concluir que el cálculo estimado mediante esta metodología podría extenderse a más detalle y mayor precisión si se hiciera uso de un insumo de datos mayor.

Aunque podría pensarse que la condicionante derivada de la premisa ii) es una limitante (dado que reduce la cantidad de declaraciones con las que en un inicio se podía haber contado) también es una fortaleza. Esto se explica porque la metodología propuesta tiene el mérito de

tomar como base la particularidad de un vector de costos que se define como propio a cada tipo de mineral extraído, dados los muchos factores que intervienen para determinar dicho vector en un subsector tan complejo como lo es el de la extracción de minerales metálicos y no metálicos (212 del SCIAN), ya explicado en el capítulo 2 de este estudio y, con mayor detalle, en el Anexo IV “Aspectos técnicos en las explotaciones de minería”. Con los resultados presentados en las tablas 7.4 y 7.5 se concluye que existe evidencia estadística suficiente para validar la premisa ii) y además que existe una relación directa entre el grado de riesgo de evasión y el monto estimado de la misma.

En la práctica, una vez aplicado el modelo y, a través de mecanismos de auditoría, se deben recabar casos de evasión detectada en dichas auditorías, los cuales se conformarían como datos de referencia con resultados basados en este tipo de evaluaciones. Esto haría aún más robusto el método en la capacidad predictiva del modelo.

CONCLUSIONES

Este trabajo partió de la hipótesis de que existe una alta probabilidad que una de las principales vías para la evasión en el sector de minería en México, sin considerar petróleo y gas, ocurre como resultado de una alteración de los rubros de costos. Para probar dicha conjetura se caracterizó el sector en sus rasgos técnicos, económicos, y fiscales legales. Con esa información y utilizando registros de grandes contribuyentes, proporcionados por el SAT, se propuso un método para identificar a posibles evasores y se estimó la evasión durante el periodo 2016-2019.

El monto estimado de evasión (19,135 MDP), correspondiente a 26 contribuyentes, resulta muy significativo puesto que representa el 32% de la recaudación de grandes contribuyentes del sector (excluyendo a PEMEX en conformidad con los datos del SAT), el 35% de la recaudación del subsector de minería de minerales metálicos y no metálicos (según la Tabla 2.3), y el 59% adicional del ISR causado por estos mismos 26 contribuyentes (11,984 MDP, reportado en la Tabla 7.2). Por otra parte, los subsectores que se identificaron con mayor nivel de evasión fueron la extracción de plata, seguido por la minería de plomo y zinc y hierro, que en conjunto concentran el 70% del total de la evasión estimada.

Este resultado muestra cómo, a través de un procedimiento cuidadoso de inspección, sistematización de información y cálculos, utilizando un método estadísticamente robusto, fue posible confirmar la hipótesis de trabajo utilizando variables de costos, gastos y utilidades.

Este es el primer trabajo en su tipo del cual se tenga registro para identificar la evasión fiscal y proponer un método para medirla en un sector que se caracteriza por dos particularidades: una elevada complejidad técnica y alta variabilidad en las condiciones geológicas o de extracción. Estas dos características están intrínsecamente ligadas a la operación de cualquier proyecto minero y son un aspecto importante que resaltar, de forma tal que solo su estudio sistemático permite entender la naturaleza de esta actividad, y cómo esto podría explicar la alta variación de sus costos, y la dificultad de homogeneizar al sector en variables económicas y fiscales representativos de la actividad minera.

También, se pudo verificar el elevado nivel de inversiones que requiere cualquier proyecto minero, las cuales se amortizan y maduran en largos periodos, y conducen al *problema de coherencia tributaria temporal*, el cual surge por la incertidumbre que enfrentan los inversionistas ante estos periodos largos donde esperan que la política tributaria no cambie y, por lo mismo, buscan estrategias para minimizar costos. Una de ellas podría ser la evasión.

En la parte legal, en la diferencia entre gastos e inversiones en termino de sus deducciones según el marco legal aplicable al ISR, se reconoce que: en gastos, la deducción es del 100% del gasto efectuado en un solo ejercicio. En inversiones, la deducción va del 5% al 15% dependiendo la actividad o tipo de bien. Por lo anterior, el mayor riesgo de evasión detectado se da al clasificar las erogaciones efectuadas por el sector a fin de disminuirlas de la base del ISR como gastos deducibles en un solo ejercicio, aun si son inversiones. Lo anterior, en términos contables, implica que una estrategia de evasión podría darse al registrar elevados montos de gastos.

Reconociendo este problema de evasión, vale la pena mencionar que durante el desarrollo del estudio se llevó a cabo una modificación a los Artículos 31, 32 y 34 de la LISR, en los cuáles se menciona que, tratándose de las inversiones realizadas para la adquisición de títulos de concesiones mineras (derechos de explotación), no tendrán carácter de inversiones realizadas en periodo pre operativo, sino deberán considerarse como gastos diferidos a los cuales les es aplicable como porcentaje máximo de deducción, la división del gasto diferido entre el número de años por los cuales se otorgó la concesión, y no la tasa del 10% correspondiente a erogaciones en periodo pre operativo. Esto implicará una reducción importante en el porcentaje de deducción que podrán tomar las empresas del sector. Se adiciona además que, tratándose de instalaciones, adiciones, reparaciones, mejoras, adaptaciones, así como cualquier otra construcción que se realice en un lote minero, les será aplicable la tasa máxima del 5% anual para la deducción de dichas inversiones. Este conjunto de modificaciones reconoce el problema y significan una señal que transita por el rumbo adecuado.

Para la cuantificación del monto de evasión, es importante indicar que no se obtuvo un detalle pormenorizado por rubros de inversión, debido a que la información utilizada no se encontraba desglosada a ese nivel.

Por otra parte, a este monto estimado de evasión, no es posible extrapolarlo al total de la población ya que requiere otro marco experimental y de análisis diseñado para tal propósito. Tampoco es posible imputar un valor al universo de contribuyentes de los subsectores analizados ya que requeriría contar con un histórico censal para identificar conjuntos de contribuyentes con características similares. En suma, es riesgoso desde el punto de vista estadístico hacer inferencias utilizando el monto de evasión aquí estimado para el total de la población, ya que el proceso generador de información utilizado en este estudio no se derivó de forma aleatoria. Las características de los costos del sector originaron un proceso de selección sesgado, lo que a su vez condujo a un reducido número de registros. Por tanto, se sugiere cierta reserva en las conclusiones que se podrían derivar para el total de la población.

Al final, también se concluye que continuar con la adecuación al marco tributario daría mayor certeza jurídica a los contribuyentes y facilitaría la labor de fiscalización de las autoridades fiscales, lo que permitirá reducir la discrecionalidad que se tiene para determinar los gastos a deducir como inversión y cuáles efectivamente como gastos y en qué porcentaje. Una mayor precisión de esta conclusión se da en el apartado de recomendaciones.

8. RECOMENDACIONES

Derivado del análisis de este estudio, se pueden emitir una serie de recomendaciones, las cuales están orientadas en tres sentidos, primero, en las áreas de oportunidad que puede tener el marco legal; segundo, algunas sugerencias que se derivan por la aplicación de la metodología antes descrita con la cual se llegó a un monto estimado de posible evasión; y tercero, una serie de recomendaciones prácticas y oportunidades para la gestión fiscal del sector minero.

En cuanto a las sugerencias de mejora en el marco legal se hacen dos recomendaciones puntuales y que son las siguientes:

- Realizar precisiones en el texto legal de la Ley del ISR, en específico en la Sección II del Capítulo II del Título II (deducción de inversiones), a fin de establecer de manera específica los tipos de inversión, por ejemplo, maquinaria y equipo del sector minería que se consideran erogaciones por inversión, lo que clarificaría la regulación legal, dando certeza jurídica en cuanto a las tasas de depreciación aplicables tanto en periodos preoperativos, como la deducción de la concesión minera, así como para la aplicación en el caso de ciertas inversiones propias de la actividad de minería.
- Modificar el artículo 268 de la Ley Federal de Derechos (LFD), a fin de precisar que las inversiones no son un concepto deducible de la base del derecho, incluso cuando formen parte del costo de ventas de las mercancías. Con base al análisis del marco legal (Capítulo 5, sección 1), esta modificación se considera una medida de mejora regulatoria porque procura una mayor certeza jurídica tanto a las autoridades como a los contribuyentes.

Por otra parte, dados los resultados que arrojó el modelo para detectar a posibles evasores y estimar montos de evasión, sería adecuado, por ejemplo:

- Implementar una estrategia para replicar la estimación a una escala más amplia. Las características del modelo utilizado en el estudio lo permiten, con la ventaja de que a medida que se aplica en un mayor número de casos adopta la nueva información como una forma de aprendizaje que lo mejora y hace que sus estimaciones sean más robustas.
 - En este sentido, y para que a futuro se tenga una cantidad mayor de observaciones, no restringidas por el número de dictámenes, sería conveniente el pedir que cada contribuyente informe su actividad para efectos fiscales en cada declaración presentada.
- Identificar y clasificar a grupos de potenciales evasores y sus características. Derivado de la aplicación del modelo se podría generar información de muy alto valor para, por ejemplo:
 - Generar una alerta para la institución fiscalizadora.
 - Diseñar escenarios ante propuestas de modificación o ajuste a la tributación en el sector, con análisis más finos de progresividad/regresividad de tales propuestas

- Explicar los determinantes estadísticos de la evasión.

Estos últimos puntos son un área de oportunidad para explorar en futuras investigaciones. Podrían ser útiles en el análisis del impacto de alguna propuesta de ajuste fiscal, y otorgarle una mayor flexibilidad, un punto relevante pues a lo largo del estudio se ha hecho énfasis en la complejidad del sector y que, según la experiencia de otros países, es importante desarrollar impuestos apropiados, más flexibles y simples ya que conduzcan a un menor costo de administración y cumplimiento.

Al final, derivado de las conclusiones se recomienda focalizar los esfuerzos de las auditorías en los contribuyentes que el propio modelo arroja con un estimado de evasión alto, por ejemplo, las mineras de plata, plomo, zinc y hierro que representan el 70% de la evasión.

Los elementos señalados en este estudio permiten generar información útil para el diseño de incentivos fiscales aplicables al sector minería y lidiar con el tema de evasión y, por ejemplo, con el problema de coherencia temporal, incentivos cuyo diseño requiere de conocer el comportamiento de los contribuyentes para generar esquemas tributarios adecuados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS E INFORMÁTICAS

- Aguirre-Quezada, J.P., y Sánchez-Ramírez, M.C. (2019). *Evasión Fiscal en México*. Cuaderno de Investigación 55 (febrero). Instituto Belisario Domínguez. Senado de la República. México.
- Australian Taxation Office (S.F.) *Australian Bureau of statistics* [Online] Disponible en: Taxation statistics | Australian Taxation Office Ver: <https://www.ato.gov.au> (Consultado el día 18 nov. 2021)
- Australian Taxation Office (ATO). *Large corporate groups income tax gap*. Disponible en: <https://www.ato.gov.au/About-ATO/Research-and-statistics/In-detail/Tax-gap/Large-corporate-groups-income-tax-gap/> (Consultado el día 18 nov. 2021)
- Baca-Yabarrena, L., y Albarracín Yapo, N.E. (2019). *Efectos de la evasión fiscal por evasión fiscal de la minería ilegal en Madre de Dios*. Universidad Tecnológica del Perú. Lima.
- Bolsa Mexicana de Valores. Disponible en: <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>. (Consultado el día 10 dic. 2021)
- Burkov, A. (2019). The hundred-page machine learning book. Publicado por Andriy Burkov.
- Canadian Bureau of Statistics (s.f.) *Mineral statistics data* [Online]. Disponible en: Mineral Statistics (<https://www.nrcan.gc.ca>) Consultado el día 25 oct. 2021)
- Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2021) (S.F.). *Buenas prácticas de desarrollo comunitario en minería*. Disponible en: [buenaspracticas3.pdf](#) (<https://www.camimex.org.mx>) (Consultado el día 04 nov. 2021)
- Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2020). *La minería contribuye al bienestar social de México*. Disponible en: [buenaspracticas4.pdf](#) (<https://www.camimex.org.mx>). (Consultado el día 04 nov. 2021)
- Cases, R. et al. 2021. *Royalties mineros: ¿Qué dice la evidencia comparada?* Centro de Estudios Públicos, Chile.
- Comisión Chilena del Cobre (Cochilco) (S. F.). *Inversión en la minería Chilena. Cartera de proyectos 2019-2028*. Dirección de estadísticas y políticas públicas. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/> (Consultado el día 16 octubre del 2021)
- Comisión Chilena del Cobre (Cochilco, 2021). *Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 2001-2020*. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx> (Consultado el día 16 oct. 2021)

- Concha, E. (2017). *Minería global contemporánea o financiarizada*. Ola financiera, Vol. 10 (27) (mayo-agosto) pp. 81-116. Disponible en: <https://www.olafinanciera>. (Consultado el día 26 oct. 2021)
- CooperAcción (2021). *Actualidad minera del Perú*. (Boletín electrónico) número 263, mayo. Disponible en: <https://www.cooperaccion.org.pe>. (Consultado el día 26 oct. 2021)
- Data México (2021). *Minería: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad*. Disponible en: <https://datamexico.org/en/profile/industry/mining-quarrying-and-oil-and-gas-extraction>. (Consultado el día 26 oct. 2021)
- Deneault, Alain (2016). *Canadá: pionera de los paraísos fiscales*. En: *Canadá hoy. Economía, recursos naturales, ciencia y tecnología*. Centro de Investigaciones sobre América del Norte México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ernst & Young LLC (EY, 2018). Mining and metals tax guide. August 2018. Ernst & Young Global Limited, UK. Disponible en: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_mn/news/2018/08/ey-mongolia-tax-guide-sep-2018.pdf. (Consultado el día 06 oct. 2021)
- Ernst & Young LLC (EY, 2018). Análisis comparado de carga tributaria en algunos países mineros. Estudio encargado por Consejo Minero A.G. febrero 2018. Ernst & Young Global Limited, UK. Disponible en: https://consejominero.cl/wp-content/uploads/2019/03/An%C3%A1lisis-estudio-comparado-Consejo-Minero-de-Chile-EY.-Versi%C3%B3n-01_02_2018_final.pdf. (Consultado el día 02 oct. 2021)
- Expansión (2021). *Comparar economía países: Estados Unidos vs México 2021*. Disponible en: [https://www.datosmacro.com \(expansion.com\)](https://www.datosmacro.com (expansion.com)). (Consultado el día 02 nov. 2021)
- IGF (2021). *Reformas fiscales digitales mundiales y minería: el problema de las diferencias en el tiempo*. Intergubernamental Forum on mining, minerals, metals and sustainable development. The International Institute for Sustainable Development. Canada. Disponible en: <https://www.iisd.org/system/files/2021-04/global-digital-tax-reforms-mining-es.pdf> (Consultado el día 29 oct. 2021)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). *Censos económicos 2019. La industria minera ampliada*. Aguascalientes, México. Disponible en <https://www.inegi.org.mx>. (Consultado el día 29 oct. 2021)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/servicios/aplicaciones.html#apl_denu (Consultado el día 29 oct. 2021)

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021). *Censos económicos 2019*. Disponible en: www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/#Tabulados Consultado el día 29 oct. 2021)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021). *Banco de Información Económica* Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=1030011001100030#D1030011001100030>. (Consultado el día 29 oct. 2021)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (S.F.). Lima, Perú. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indicetematico/mining1/> (Consultado el día 24 oct. 2021).
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (INGEMMET, 2011). Distribución de depósitos minerales. Lima, Perú. Disponible en: https://portal.ingemmet.gob.pe/documents/73138/202784/006_2011_Presentacion_ECI_Verano_Formacion_distribucion_depositos_minerales_MValencia.pdf/c381538d-1e3f-431b-b8cb-e39cbd86f065 (Consultado el día 19 dic 2021)
- Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (1997). “Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión”. 1ª Edición. Edit. IGME: Madrid, España.
- IWOFR Conference (2021). *Bingham Canyon, mina de cobre*. Utah, Estados Unidos. Disponible en: [Bingham Canyon, mina de cobre, Utah, Estados Unidos | IWOFR](#). (Consultado el día 06 nov. 2021)
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning with applications in R* (G. Casella, S. Fienberg, & I. Olkin, Eds.). Springer.
- Jobson, J. D. (1991). *Applied multivariate data analysis*. Volume II: Categorical and multivariate methods. Springer Verlag.
- Jorratt, M. (2021). “Renta económica, régimen tributario y transparencia fiscal en la minería del cobre en Chile y el Perú”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/52), Santiago: Cepal [Online]. Disponible en: [Comisión Económica para América Latina y el Caribe \(https://www.cepal.org\)](https://www.cepal.org) (Consultado el día 15 nov. 2021)
- Khun, M., & Johnson, K. (2013). *Applied predictive modeling*. Springer Verlag.
- MINAM (2016, julio). *La lucha por la legalidad en la actividad minera (2011-2016)*. Informes sectoriales No. 12. Lima, Perú: Ministerio del Medio Ambiente. [Online]. Disponible en: [La lucha por la legalidad en la actividad minera \(2011 - 2016\) - Avances concretos y retos para enfrentar la problemática de la minería ilegal y lograr la formalización de los operadores mineros | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental \(minam.gob.pe\)](#) (Consultado el día 22 nov. 2021)
- OECD (2021) *Gross domestic product (GDP)* Disponible en: GDP, volume – annual growth rates in percentage (<https://www.oecd.org>). (Consultado el día 31 oct. 2021).
- PricewaterhouseCoopers LLP (PWC, 2012). *Corporate income taxes, mining royalties and other mining taxes*. A summary of rates and rules in selected countries. Global mining industry update. PricewaterhouseCoopers International Limited. United

- Kingdom. June 2012. [Online]. Disponible en:
<https://www.pwc.com/gx/en/energy-utilities-mining/publications/pdf/pwc-gx-mining-taxes-and-royalties.pdf> (<https://www.pwc.com/gx/mining>) (Consultado el día 02 nov. 2021).
- Reuters (2021, septiembre 16). *US miners decry mineral royalty plan floated in Congress*. Mining, Disponible en: <https://www.mining.com/web/us-miners-decry-mineral-royalty-plan-floated-in-congress/>. (Consultado el día 01 nov. 2021)
- Secretaría de Economía (SE,2021). Dirección General de Minería. en:
<https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria> (Consultado el día 24 ago. 2021)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP, 2021). *Informes al Congreso de la Unión*. Apéndice Estadístico de Finanzas Públicas. Disponible en:
www.finanzaspublicas.hacienda.gob.mx; (Consultado el día 15 dic. 2021)
- Servicio Geológico Mexicano. (SGM, 2019). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana.*: Secretaría de Economía. Disponible en:
https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2020_Edicion_2021.pdf. (Consultado el día 10 dic. 2021)
- Servicio Geológico Mexicano. (SGM) (S.F.) Clasificación de los yacimientos minerales. Secretaría de Economía [Online]. Disponible en:
https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Clasificacion-de-yacimientos-minerales.html (Consultado el día 19 dic. 2021)
- United States Bureau of Statistics (USBS) (S.F). Gross domestic product in the USA 2015-2019. Disponible en:
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=US> (Consultado el día 15 dic. 2021)
- Téllez Ramírez, I. y Azamar Alonso, A. (2021) “La política de concesiones a los grupos mineros de México”, *Problemas del Desarrollo*. Revista Latinoamericana de Economía, 52 (206, julio-septiembre). p.p. 35-59 [Online]. Disponible en: [Vista de La política de concesiones a los grupos mineros de México](https://www.unam.mx) (<https://www.unam.mx>) (Consultado el día 30 nov. 2021)
- Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). *R for data science*. O’Reilly.
- Wiener Fresco, R., y Torres Polo, J. (2014). *La Gran Minería: ¿paga los impuestos que debería pagar? El caso Yanacocha. Perú*. Impresión Arte Perú S.A.C.
- World Bank (S.F.). Explore data by country [Online]. Disponible en: [Welcome to ENERGYDATA.INFO - ENERGYDATA.INFO](https://www.worldbank.org/ENERGYDATA.INFO). (Consultado el día 29 oct. 2021)
- Valencia-Muñoz, M. y Chirif River, H. (2011) “Formación y Distribución de los Depósitos Minerales en el Perú”. PT N° 107 *Encuentro Científico Internacional – ECI 2011* (04-07 enero). Lima, Perú [Online]. Disponible en:
https://portal.ingemmet.gob.pe/documents/73138/202784/006_2011_Presentacion_ECI_Verano_Formacion_distribucion_depositos_minerales_MValencia.pdf/c381538d-1e3f-431b-b8cb-e39cbd86f065 (Consultado el día 19 dic. 2021)

ANEXOS

Anexo I. Metodología de obtención de grupos de evasión

Índice del Anexo I

1. Empresas cuyos reportes financieros se tomaron como referencia para los valores de los parámetros de evasión para cada mineral del subsector 212
2. Construcción de los grupos de sospecha de evasión y del modelo en general
3. Estimación de la Posible Evasión en el pago de Impuesto sobre la Renta por método directo

1.- Empresas cuyos reportes financieros en la Bolsa Mexicana de Valores se tomaron como referencia para los valores de los parámetros de evasión para cada mineral del subsector 212.

Minería de carbón mineral
Anglo American PLC.
Minería de hierro
Arcelomittal
Minería de oro
Almaden Minerals Ltd.
Agnico Eagle Mines Limited
Alamos Gold Inc.
Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
Orla Mining Ltd
Teck Resources Limited
Industrias Peñoles S.A.B. de C.V.
Minería de plata
Fresnillo PIV
Minería de cobre y níquel
Amerigo Resources Ltd.
Rio Tinto Olc
Southern Copper Corp.
Minería de plomo y zinc
Minería Frisco S.A.B. de C.V.
Minería de otros minerales metálicos
Minería de arena y grava para construcción
G.C.C., S.A.B. de C.V.
Extracción y explotación de sal
Minería de otros minerales no metálicos
Compañía Minera Autlan, S.A.B. de C.V.
Aluminium Corporation Of China

Fuente: <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>. Fecha de consulta: 9 y 10 de diciembre de 2021

2.- Construcción de los grupos de sospecha de evasión y del modelo en general

El primer paso para construir el árbol de decisión mediante el cual se obtienen los clusters de contribuyentes con sospecha de evasión, así como los grupos de evasión derivados de variables contables y análisis estadístico, es el de definir una variable de respuesta de tipo categórico ordinal con tres grados de evasión: bajo, medio y alto. Esta variable se obtiene con base en los indicadores P1, P2, P3, P4 y P5, (Ver tabla 6.5) considerados como posibles predictores de sensibilidad a la evasión. Entre las variables seleccionadas para construir los indicadores P1, P2, P3, P4 y P5 destacan los rubros de “**gastos**” dado que se basan en la premisa i) presentada en el punto 1 del capítulo 6. Por otra parte, todos usan como punto de referencia las ventas totales, por ser una variable medular de cualquier organización debido a su relación directa con el éxito o rentabilidad de la empresa.

Tabla 6.5 Indicadores considerados como posibles alertas de evasión en el sector minería: México

Indicador	Numerador	Denominador
P1	Costo de ventas	Ventas totales
P2	Utilidad Bruta	Ventas totales
P3	Gastos de operación	Ventas totales
P4	Utilidad de operación	Costos de ventas totales
P5	Utilidad Neta	Ventas totales

Fuente: Elaboración propia

La referencia estadística para la obtención de los valores de los predictores de sensibilidad arriba señalados, son los que se obtienen a partir de la información financiera que algunas empresas mineras reportan en la Bolsa de Valores de México (mexicanas y extranjeras) y que operan en nuestro país. Por lo que se tomaron estos reportes como base para la determinación de estos.

Con ese criterio se obtiene una matriz que contiene los valores de los predictores de sensibilidad a la evasión para cada AEF de los subgrupos 212 y 213. Estos indicadores se comparan contra la matriz asociada a las AEF de los contribuyentes (Tabla 6.6).

Tabla 6.6 Matriz de predictores de sensibilidad de la evasión en el sector minería: México

Actividad económica registrada por el contribuyente para efectos fiscales	Costo de ventas/Total de ventas	Utilidad bruta/ Total de ventas	Gastos de operación/ Total de ventas	Utilidad de operación/ Costo total de ventas	Utilidad Neta/ Total de ventas
AEF	P1	P2	P3	P4	P5
Minería de carbón mineral	78.44	21.18	1.3	22.48	15.19
Minería de hierro	91.86	7.76	3.8	3.96	11.36
Minería de oro	67.21	32.41	16.87	15.54	4.28
Minería de plata	63.43	36.19	9.45	26.74	13.41
Minería de cobre y níquel	79.03	20.59	2.87	15.98	10.07
Minería de plomo y zinc	84.2	15.42	24.13	16.8	11.36
Minería de otros minerales metálicos	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de piedra de cal	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de arena y grava para la construcción	68.7	30.92	10.87	20.04	13.86
Extracción y explotación de sal	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36
Minería de otros minerales no metálicos	81.61	18.01	15.09	2.92	11.36
Servicios en general de Apoyo a la minería	76.81	22.81	10.55	16.8	11.36

Fuente: Elaboración propia con base a la información publicada por empresas del subsector 212 que cotizan en la Bolsa de Valores Mexicana (se detalla en Anexo).

En los casos en los que no fue posible obtener un valor del predictor con base en los reportes de las empresas de la Bolsa Mexicana de Valores se calculó el promedio de los datos disponibles que se habían obtenido de las empresas que cotizan en Bolsa. A este método se le conoce en estadística como “imputar” que consiste en asignar valores a partir de datos asociados.

Es importante señalar que cada renglón de esta matriz pretende constituir un vector elemental de costos y gastos para cada tipo de mineral que se extrae o servicios. Si bien se mencionó en el apartado 6.1 que el patrón de costos está fuertemente determinado por el tipo de mineral a extraer o el servicio, entre otros importantes factores, el reto del estudio era aproximarse a una homogeneización de dichos patrones a través de un indicador común que permita establecer una alerta de potencial evasión.

La variable categórica ordinal asociada a los parámetros de referencia que constituyen los umbrales, determina el grado de potencial evasión (bajo, medio, alto) para cada uno de los contribuyentes tomando en cuenta su AEF y el ejercicio fiscal que está reportando. Cada uno de los indicadores P se compara contra su respectivo umbral, si éste es menor que el umbral se le asigna un valor de cero (indica que no es potencial evasor) y un valor de uno si es mayor al umbral. Esto conforma un vector binario, de ceros y unos, para cada contribuyente en sus respectivas declaraciones fiscales. Los indicadores de posible evasión tienen una ponderación: la variable P1 tiene un peso de 70% y el resto de las variables de 7.5% cada una.

A partir del vector binario se construyó la variable discreta ordinal en dos pasos metodológicos:

Primer paso: se obtuvo una suma ponderada de los valores del vector binario, denominado B, con valores B1, B2, B3, B4 y B5 mediante la siguiente expresión:

$$PEV = 0.70 \times B1 + 0.075 \times B2 + 0.075 \times B3 + 0.075 \times B4 + 0.075 \times B5$$

La suma ponderada toma un valor en el rango de cero a uno que se interpretará como una probabilidad de evasión. Por ejemplo, suponiendo que los valores del vector B son 1,0,0,1,1, entonces:

$$PEV = 0.70 \times 1 + 0.075 \times 0 + 0.075 \times 0 + 0.075 \times 1 + 0.075 \times 1 = 0.85$$

Obtención de grupos de evasión a partir de la fórmula contable

Segundo paso: una vez calculado el PEV para todos los contribuyentes y sus respectivas declaraciones fiscales, se obtiene el primero y segundo cuartil. Aquellos con valor menor o igual al primer cuartil se considera de bajo riesgo de evasión. A los valores mayores que el primer cuartil y menores o iguales que el segundo cuartil, se consideran de riesgo medio y a los mayores que el segundo cuartil se consideran de riesgo alto. A esta clasificación de tipo ordinal se le denominará “grado de evasión”, denotada como GEV. GEV es la variable respuesta buscada para el modelo supervisado.

Suponiendo que el cuartil uno toma el valor de 0.225 y el del cuartil dos toma el valor de 0.5, entonces el valor PEV, ejemplificado arriba, se encuentra después del segundo cuartil de referencia. Por tanto, el contribuyente X se clasifica como de riesgo alto de evasión.

Cabe mencionar que lo que se analiza son declaraciones fiscales, por tanto, un contribuyente puede estar clasificado como de alta sospecha de evasión en el ejercicio fiscal 2016, por ejemplo, pero de baja sospecha de evasión para el ejercicio 2017.

Construcción del árbol de decisión

Para validar la capacidad de predicción, los datos se dividen de manera aleatoria en dos conjuntos: de entrenamiento y de prueba. Se selecciona el 75% de los datos disponibles para construir un conjunto de entrenamiento (aprendizaje estadístico) y el restante 25% es el conjunto de prueba. Para que el proceso sea reproducible, ya que se selecciona una muestra aleatoria, se define una semilla, dada por algún número arbitrario, en este caso 112358. Se obtienen 66 datos de entrenamiento y 22 de prueba.

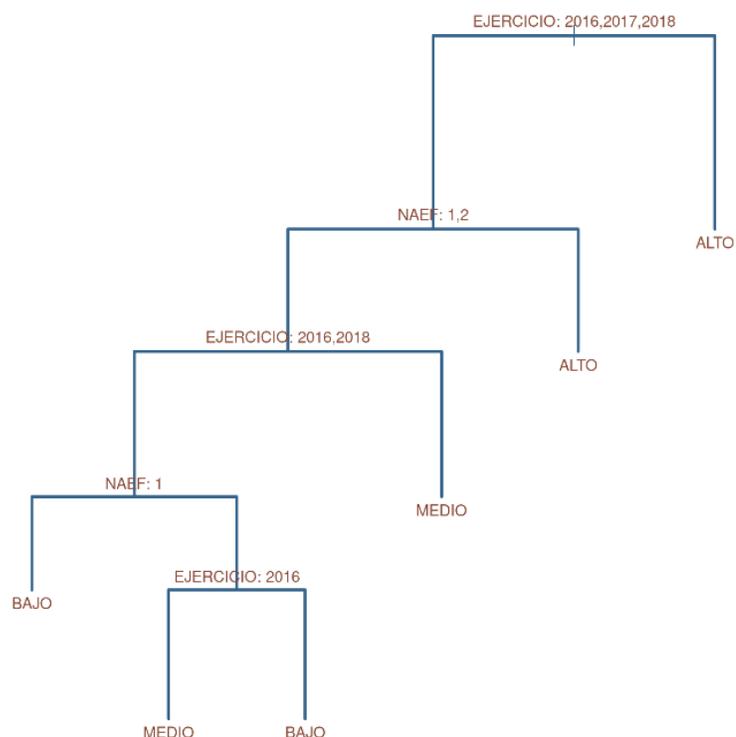
A partir de los datos de entrenamiento se obtienen las rutas de decisión para establecer la segmentación (clusters) estimada, teniendo como respuesta los tres posibles conjuntos de contribuyentes determinados por los posibles grados de evasión establecidos.

La variable de supervisión GEV (grado de evasión) se asocia a dos variables denominadas predictores que son “Ejercicio” y NAEF, esto es, la cantidad de actividades para efectos fiscales (AEF) distintas que registró el contribuyente a lo largo del periodo de estudio. El modelo, representado en forma aditiva, a utilizar es:

$$GEV = Ejercicio + NAEF$$

En los datos correspondientes a dictámenes se identificaron 20 contribuyentes que no cambiaron de AEF, 43 contribuyentes que cambiaron dos veces su AEF y 4 contribuyentes con 3 AEF diferentes en el periodo de estudio.

Una vez obtenidos los valores PEV para los contribuyentes se obtuvieron los cuartiles $Q1=0.225$ y $Q2= 0.7$. Ejecutado el modelo se generó el siguiente árbol de decisión:



Es pertinente especificar la lectura que se da a este gráfico para fines de categorización de contribuyentes en cada nivel de riesgo de evasión. Para tal efecto se describe, con notación de conjuntos, las rutas que clasifican a los casos en la categoría de BAJO riesgo de evasión.

1. En cada uno de los nodos las etiquetas muestran los valores que corresponden a la rama izquierda.
2. Tomando la raíz, se determina que para $EJERCICIO \in \{2016,2017,2018\}$ con $NAEF \in \{1,2\}$, después $EJERCICIO \in \{2016,2018\}$ y finalmente $NAEF \in \{1\}$.
3. En el paso anterior se observa que la segunda restricción de EJERCICIO y la segunda restricción de NAEF derivan en que, aquellos contribuyentes en los ejercicios 2016 o 2018 con una sola AEF registrada en el periodo de estudio tienen un riesgo bajo de evasión.
4. Con un razonamiento similar se sigue la otra ruta que lleva a categoría BAJO con aquellos contribuyentes con ejercicio en 2018 y 2 AEF registradas presentan ese grado de riesgo de evasión.

En el árbol de decisión construido se resumen los criterios para clasificar a cada contribuyente y su o sus respectivos ejercicios fiscales en una categoría específica de baja, moderada o alta sospecha de evasión. La tabla 6.7 muestra las predicciones de grado de evasión en aquellas declaraciones a las que no fue posible clasificar a través de variables contables. De las declaraciones disponibles se seleccionó una muestra aleatoria que corresponde al 75% de los datos, los cuales se consideran como datos de entrenamiento para la construcción del árbol predictivo. Utilizando este árbol se hizo la predicción de las declaraciones restantes.

Tabla 6.7 Cantidad de contribuyentes y declaraciones clasificadas por sospecha de evasión obtenidas por el árbol de decisión

Ejercicio Fiscal	2016	2017	2018	2019	Suma
Bajo	5	0	4	0	9
Medio	14	13	12	0	39
Alto	6	10	14	31	61
Contribuyentes por Ejercicio Fiscal	25	23	30	31	

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

La tabla 6.8 presenta la cantidad de contribuyentes asignados por grupos de grado de evasión y ejercicio fiscal derivados de la matriz de indicadores de sensibilidad de evasión (Tabla 6.6). No resulta del árbol de decisión, ya que el árbol tiene como finalidad hacer predicciones de grados de evasión en las declaraciones a las que no se les estimó su grupo ni monto de evasión a partir de variables contables y fiscales. La sumatoria de los datos que aparecen en la tabla corresponden a las declaraciones a partir de las cuales se estimó tanto el grado como el monto de la evasión:

Tabla 6.8 Cantidad de contribuyentes y declaraciones clasificadas por sospecha de evasión obtenidas por variables contables

Ejercicio Fiscal	2016	2017	2018	2019	Suma
Baja	3	3	5	2	13
Media	9	10	6	4	29
Alta	7	4	4	6	21
Contribuyentes por Ejercicio Fiscal	19	17	15	12	

Fuente: Elaboración propia con información del SAT

Pruebas estadísticas de validación de los clusters obtenidos (nula sospecha de evasión, moderada y alta sospecha de evasión)

Una vez construido el árbol de decisión a partir del modelo y los datos disponibles, se estima una tasa de error, y a partir de la predicción obtenida con los datos de prueba se construye la matriz de confusión, la cual registra cuatro posibilidades: “falsos positivos (FP)”, “falsos negativos (FN)”, “positivos verdaderos (PV)” y “negativos verdaderos (NV)”. A partir de los positivos verdaderos y los negativos verdaderos se obtiene la precisión (PREC) mediante la fórmula:

$$PREC = \frac{PV + NV}{FP + FN + PV + NV}$$

La matriz de confusión se forma mediante los valores estimados de grado de evasión (GEV) y valores en la predicción de grados de evasión (GEVP) del conjunto de prueba. La matriz de confusión se muestra en la tabla 6.9. Las etiquetas en la primera columna corresponden a las predicciones y las etiquetas en el primer renglón corresponde a los valores de las declaraciones.

Los valores con predicción correcta se ubican en la diagonal principal de la matriz. El resultado se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 6.9. Matriz de confusión

	BAJO	MEDIO	ALTO
BAJO	0	1	4
MEDIO	1	7	3
ALTO	3	1	2

El algoritmo genera una tasa de error en clasificación de 0.42. Los valores con predicción correcta se ubican en la diagonal principal de la matriz. La precisión fue de $PREC=0.41$, esto es, $PREC=(0+7+2)/22=0.41$. Si bien el valor de eficacia es relativamente bajo, se considera una buena precisión dada la cantidad limitada de datos y su distribución en las distintas variables utilizadas en el modelo. Con una mayor cantidad de datos es factible integrar más variables, tanto categóricas como numéricas, e incrementar significativamente la precisión de estimaciones.

3. Estimación de la Posible Evasión en el pago de Impuesto sobre la Renta por método directo

Una vez aceptadas mediante las pruebas de hipótesis la validez estadística de los clusters obtenidos a partir del árbol de decisión, se procedió a calcular un estimado de evasión durante el periodo 2016-2019. Para ello, se calculó el monto de ISR potencial estimado para cada uno de los contribuyentes y cada uno de los ejercicios fiscales del periodo de estudio. Los montos calculados se compararon con los montos de ISR que dichos contribuyentes declararon en sus correspondientes ejercicios fiscales y la diferencia del acumulado entre el ISR potencialmente estimado y el ISR declarado por el contribuyente es lo que determinó el estimado potencial de evasión del periodo.

Como se comentó en el de Marco Legal, de este estudio, para la obtención del cálculo del Impuesto sobre la Renta potencial estimado se utilizó lo señalado por la Ley del Impuesto sobre la Renta en el artículo 9. En lo que respecta a las deducciones autorizadas se consideró lo señalado en el artículo 27, fracción I de la ley del Impuesto Sobre la Renta y el artículo 105, fracción I de la ley mencionada.

El cálculo del ISR a través de los datos disponibles, se obtuvo en cuatro etapas. La primera consistió en la estimación de las deducciones autorizadas (DA) la cual requiere de determinar el valor frontera de la variable Gastos de Operación, derivada del parámetro P3 de la matriz de umbrales: $V_5_TOTAL_M$

La segunda, consistió en modificar la variable V_25 , Costo de lo vendido fiscal. Para el caso de que V_25 tuviera un valor nulo en el registro, el algoritmo asignó un valor de cero. La variable V_25_M se calculó a partir del cociente $R25$ que es la proporción del Costo de ventas fiscal respecto del Total de ventas:

$$R25 = \frac{V_{25}}{V_{1_TOTAL}} \times 100$$

Entonces, la variable $R25$ se comparó respecto del umbral $P1$ aplicando el siguiente criterio: Si $R25$ era menor o igual a $P1$ se mantenía el valor de V_{25} .

$$V_{25_M} = \begin{cases} \frac{P1}{R25} \times V_{25} & \text{si } R25 > P1 \\ V_{25} & \text{si } R25 \leq P1 \end{cases}$$

donde $P1$ se obtiene de la matriz de umbrales en el AEF que le corresponde al contribuyente en el ejercicio de referencia.

De la misma manera se obtiene $V_{5_TOTAL_M}$, mencionada anteriormente. Finalmente, las deducciones autorizadas resultan de lo siguiente:

$$DA = V_{25_M} + V_{5_TOTAL_M} + V_{29} + V_{31} - (V_{22} + V_{23})$$

donde $V_{5_TOTAL_M}$ son los gastos de operación modificados, V_{22} la depreciación contable, V_{23} otras deducciones no fiscales, V_{25_M} costo de venta fiscal modificado, V_{29} y V_{31} otras deducciones fiscales no contables.

En la segunda etapa, se estima la participación de los trabajadores en la utilidad (PTU). Para esto se requiere tener datos en los registros de aportaciones de SAT, Infonavit y jubilación por vejez (variable V_{43}), y además en cuotas al IMSS (variable V_{44}). En el caso de 2016 se considera que $PTU = 0$ al no tener elementos, en la base de datos solicitada, para estimarlo. Entonces:

$$PTU = \begin{cases} 0 & \text{si } V_{43} \text{ ó } V_{44} \text{ son nulos ó } EJERCICIO = 2016 \\ 0.1V_{6R} & \text{si } V_{43} \geq 0 \text{ y } V_{44} \geq 0 \end{cases}$$

Donde V_{6R} se refiera a la variable V_6 , la utilidad antes de impuestos, registrada en el periodo anterior.

La tercera etapa es calcular la utilidad fiscal (UF) de la siguiente manera

$$UF = V_{45} - DA - PTU$$

donde V_{45} son los ingresos acumulables.

Finalmente, en la cuarta etapa, el ISR estimado es de la forma:

$$ISR \text{ estimado} = 0.3UF$$

En este paso se requirió establecer valores máximos para el caso en que el ISR autodeterminado por el contribuyente, V_7 , exceda el valor del ISR calculado. En este caso, se tomó el valor de V_7 como el valor del ISR calculado. Esto se consideró pertinente ya que en la declaración el contribuyente podía haber tomado más variables para el total de deducciones adicionales a las que se habían considerado en el cálculo de las deducciones autorizadas en este estudio, lo cual redundaría en disminuir su base gravable. Por otra parte, el monto de la

participación de los trabajadores en las utilidades (el cual fue estimado en este trabajo), podía tener valores diferentes en la declaración que lo que el contribuyente enteró.

Una vez calculado el ISR estimado se relaciona con el ISR causado autodeterminado que corresponde a la variable V_7 , por tanto, un estimado de la evasión está dado por:

$$EVA = ISR \text{ estimado} - V_7$$

Es importante mencionar que el proceso de obtener primero los cluster de evasión y posteriormente estimar la evasión fiscal, requiere vincular dos tablas en las cuales en ambas puede haber registros nulos en alguna de las variables de interés, por tanto, la cantidad final de datos se reduce.

A partir de los cálculos se obtienen los montos estimados de ISR potencial de los contribuyentes y la evasión estimada agrupada por grado de evasión y ejercicio, definida como la diferencia entre el ISR potencial estimado con el modelo y el ISR declarado por los contribuyentes correspondientes a los respectivos ejercicios fiscales.

En total, el monto de evasión potencial estimado para este conjunto de contribuyentes en el periodo de estudio asciende a \$19,134.7 millones de pesos.

Anexo II. Estadísticas secundarias.

Tabla AII.1 Inversión privada en el sector minero-metalúrgico de México: 2015-2019. Millones de dólares y TCMA

	2015	2016	2017	2018	Promedio	2016	2017	2018
Total	4,631	3,750	4,301.9	4,897	4,394.8	-19%	15%	14%
Exploración	402.3	367.3	354.1	445.5	392.3	-9%	-4%	26%
Expansión de proyectos	719.4	558	462.2	846.4	646.5	-22%	-17%	83%
Nuevos proyectos	663.1	467.1	625.9	323.9	520.0	-30%	34%	-48%
Capacitación y productividad	42.2	26.5	75.5	39.3	45.9	-37%	185%	-48%
Adquisición y reposición de equipo	999	625.4	731.4	713	767.2	-37%	17%	-3%
Medio ambiente	202.9	190.3	157.7	131.5	170.6	-6%	-17%	-17%
Seguridad y salud en el trabajo	67.1	70.1	78.2	70.3	71.4	4%	12%	-10%
Seguridad patrimonial	45.2	35.5	30.2	32.9	36.0	-21%	-15%	9%
Desarrollo comunitario	19.7	17.2	9.8	24.8	17.9	-13%	-43%	153%
Energías limpias	10.5	14.9	14.8	20	15.1	42%	-1%	35%
Investigación y desarrollo tecnológico	-	-	4.5	14.6	9.6			224%
Apoyo a comunidades	17.6	15.7	32.7	28.2	23.6	-11%	108%	-14%
Mantenimiento	510.7	376.4	435.9	482.6	451.4	-26%	16%	11%
Otros	472.1	485.9	608.2	1069.9	659.0	3%	25%	76%
Exploración (No socios)	201.5	61	257.9	150	167.6	-70%	323%	-42%
Activos (No socios)	257.2	439	405.3	503	401.1	71%	-8%	24%

Fuente: Servicio geológico mexicano, 2019.

Tabla AII.2. Volumen de la producción minera en toneladas métricas 2015-2020: México

Producto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Oro	123	117	101	91	73	72
Plata	4,959	4,110	4,000	3,694	3,498	3,809
Plomo	212,964	159,044	165,654	131,759	149,054	176,249
Cobre	485,528	490,999	463,349	473,612	486,903	491,926
Zinc	454,626	384,248	401,479	381,521	325,276	394,254
Antimonio	0	0	0	0	0	0
Arsénico	0	0	0	0	0	0
Bismuto	601	539	513	333	251	0
Estaño	0	0	0	0	0	0
Cadmio	1,283	1,244	1,142	1,307	952	978
Selenio	99	121	112	107	127	106
Tungsteno	0	0	0	0	0	0
Molibdeno	11,327	11,896	13,985	15,149	16,890	18,562
Carbón mineral no coquizable	7,492,620	8,159,036	7,279,817	6,971,434	5,625,943	3,530,398
Coque	1,778,725	1,368,136	1,295,342	1,180,415	990,979	696,595
Pellets de hierro	7,581,577	6,969,582	6,927,642	7,085,389	7,140,873	5,859,462
Manganeso	217,466	205,645	211,510	209,023	218,902	218,606
Azufre	858,127	673,285	551,218	442,657	364,967	264,078
Grafito	6,524	3,839	1,746	4,130	1,591	1,461
Barita	271,697	156,854	359,912	366,234	378,295	372,262
Dolomita	7,703,934	7,300,230	6,059,970	7,561,140	6,346,295	9,165,515
Fluorita	624,574	656,231	724,380	1,182,058	1,231,465	914,597
Arena sílica	1,750,548	2,175,429	2,355,909	2,511,246	2,671,422	2,514,378
Yeso	5,456,829	5,537,402	5,837,419	5,819,046	5,779,061	5,811,182
Fosforita	1,929,439	2,909,266	1,925,870	741,678	558,107	577,152
Wollastonita	57,451	63,683	87,562	83,620	100,897	77,665
Celestita	79,022	33,230	40,699	35,489	39,215	38,304
Feldespatos	159,372	214,274	233,050	209,770	304,084	236,033
Caolín	155,513	259,551	279,225	143,156	122,431	318,120
Sal	9,368,089	10,028,171	8,671,281	9,029,147	8,667,883	8,086,044
Diatomita	89,810	96,686	96,374	92,700	92,635	144,102
Sulfato de sodio	732,569	750,021	753,494	780,606	774,163	747,941
Sulfato de magnesio	47,210	55,377	57,092	54,787	62,222	62,584
Total	47,532,607	48,668,246	44,799,847	45,511,298	42,454,455	40,722,435

Fuente: Banco de Información Económica (BIE), INEGI.

Tabla AII.3. PIB de Australia, aportación de la minería al PIB (millones US-dólares corrientes)

	2014-15*	2015-16	2016-17	2017-18
PIB	1,640,106.00	1,702,948.00	1,807,022.00	1,898,948.00
PIB minería	157,439.00	165,646.00	171,086.00	180,086.00
% PIB minería/PIB	10.24	10.22	9.88	9.94

Nota: * En Australia el registro de las estadísticas se hace para un año que va de junio de un año a mayo del siguiente año.

Fuente: Australian Taxation Office, Australian Bureau of statistics y World Bank.

Tabla AII.4. PIB de Chile, aportación de la minería al PIB (millones US-dólares corrientes)

	2015	2016	2017	2018
PIB	243,919.3	250,339.9	278,303.2	298,331.0
PIB Minería	26,099.4	25,785.0	27,830.3	30,429.7
% PIB minería/PIB	10,7	10,3	10,0	10,2

Fuente: Cochilco, s.f. y Cochilco, 2021.

Tabla AII.5. PIB de Perú, aportación de la minería al PIB (millones US-dólares corrientes)

	2015	2015	2017	2018
PIB	189,803	191,898	211,008	222,048
PIB Minería	14207	15712	19847.95	20680.62
% PIB minería/PIB	7.48	8.19	9.41	9.31

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), S.F.

Tabla AII.6. PIB de Canadá, aportación de la minería al PIB (millones US-dólares, corrientes).

	2015	2016	2017	2018	2019
PIB	1,556,510	1,572,100	1,619,890	1,659,240	1,690,130
PIB Minería, perforación, y extracción de petróleo y gas	1,653.396	1,632.084	1,787.412	1,895.4	1881.492
% PIB minería, perforación y extracción de petróleo y gas/PIB	10.56	10.42	11.42	12.11	12.02

Fuente: Canadian bureau of statistics, s.f.

Tabla AII. 7. PIB de EUA, aportación de la minería al PIB (miles millones US-dólares, corrientes)

	2015	2016	2017	2018	2019
PIB	18,200	18,700	19,500	20,600	21,400
PIB Minería, perforación y extracción de petróleo y gas	262	218	277	320	296
PIB minería	62.089	60.068	64.389	63.301	64.487
% PIB minería, perforación y extracción de petróleo y gas/PIB	14.3	11.6	14.2	15.5	13.8
% PIB minería/PIB	3.40	3.08	3.30	3.07	3.01

Fuente: United States Bureau of Statistics. (s.f).

Tabla AII.8. Empleo en la industria minero-metalúrgica 2015-2019

	2015	2016	2017	2018	2019p/
Extracción y beneficio de carbón mineral, grafito y otros minerales no metálicos	39,245	37,731	38,564	37,882	36,056
Extracción y beneficio de minerales metálicos	67,896	70,601	75,379	75,546	74,615
Explotación de sal	2,242	2,167	2,152	2,097	2,187
Fabricación de productos de minerales no metálicos	134,444	139,485	142,710	143,655	143,997
Industrias metálicas básicas	101,195	104,718	112,751	119,840	122,238
Total	344,912	354,702	371,556	379,020	379,093

Fuente: Servicio geológico mexicano, 2019. Nota: p/ significa preliminar.

Tabla AII.9. Exportación total y minera de metálicos y no metálicos (miles de dólares corrientes)

Años	Nacional (1)	Total (2)	Minería		Participación (2)/(1)
			Metálicos	No metálicos	
2015	380,550,239	14,629,789	13,490,096	1,139,693	3.84%
2016	373,948,263	15,729,780	14,605,913	1,123,867	4.21%
2017	409,432,575	16,649,804	15,514,862	1,134,942	4.07%
2018	450,713,105	18,124,999	16,831,046	1,293,952	4.02%

Fuente: Servicio geológico mexicano, 2019.

Tabla AII.10. Participación de las principales empresas en la producción minera nacional, 2018

Oro		Plata		Cobre		Zinc		Plomo	
Compañía	%	Compañía	%	Compañía	%	Compañía	%	Compañía	%
Fresnillo Plc	24	Fresnillo Plc	29	Grupo México	74	Peñoles	29	Fresnillo Plc	22
Torex Gold	9	Newmont Gold	9	Peñoles	4	Newmont Gold	21	Newmont Gold	22
Agnico Eagle	9	Grupo México	6	Grupo Inventure	4	Fresnillo Plc	13	Peñoles	12
Newmont Gold	7	Pan Am Silver	6	NEMISA	3	Grupo México	10	Grupo México	9
Minera Frisco	7	Peñoles	6	Minera Frisco	3	Minera Frisco	8	Minera Frisco	7
Otras	37	Otras	44	Otras	11	Otras	19	Otras	27
Nacionales	31		41		85		60		40
Extranjeras	32		15		4		21		22
Total	63		56		89		81		62

Fuente: Tomado de Téllez y Azamar (2021, p. 51)

Tabla AII.11.a Resumen de variables clave del sector minero, (no incluye petróleo ni gas).
Millones de pesos corrientes. 2016-2019

	Ventas Totales	Ingresos Netos	Costo de ventas	Gastos Operación	Utilidad antes impuestos	Utilidad Neta	Construcciones	Construcciones en Proceso
Carbón mineral	15,925	15,925	15,918	543			3,123	788
Hierro	41,142	41,162	30,742	2,721	10,692	8,824	19,441	4,390
Oro	81,238	141,568	106,321	31,728	23,805	17,373	51,354	10,392
Plata	114,533	145,253	105,875	18,129	25,041	16,727	16,330	12,211
Cobre y Níquel	7,450	14,074	12,324	1,475	854	609	1,030	184
Plomo y Zinc	97,381	103,115	80,582	13,174	12,898	8,422	15,085	9,977
Otros metálicos	6,466	13,154	6,873	726	4,695	3,076	5,398	252
Cal	2,035	2,100	1,204	442	366	221	376	262
Arena/grava P_Construc.	32	27	21	8	1	1	11	
Sal	210	9,427	6,597	1,845	1,038	563	8,873	1,272
Otros No metálicos	4,424	7,023	4,458	655	1,368	794	1,636	966
Serv._Terciarios d_sector	149,349	178,165	156,603	32,874	17,240	12,491	58,044	23,193
Total	520,186	670,992	527,517	104,319	97,998	69,101	180,702	63,887
<i>Promedio</i>	43,349	55,916	43,960	8,693	8,166	5,758	15,058	5,324
<i>desviación estándar</i>	53,106.7	66,372.1	53,771.0	12,421.2	9,521.3	6,737.6	19,723.0	7,242.7
<i>Max</i>	149,349	178,165	156,603	32,874	25,041	17,373	58,044	23,193
<i>Min</i>	32.2	27.2	21.0	7.7			11.0	

Fuente: Elaboración propia con datos de los dictámenes y las declaraciones Anuales del Servicio de Administración Tributaria, periodo 2016-2019

Tabla AII.11.b Resumen de variables clave del sector minero, (no incluye petróleo ni gas).
Millones de pesos corrientes. 2016-2019

Conceptos	Maquinaria y Equipo	Otros activos fijos	Depreciación acumulada	Suma Activo Fijo	Gastos periodo Preoperativos	ISR a cargo	ISR a favor	Total contribuciones	Compensaciones
Carbón mineral	10,000	1,042	-10,001	10,680	389		178		
Hierro	55,328	20,315	-53,040	60,152	0	357	473	357	111
Oro	29,796	73,872	-85,028	201,705	844	1,948	1,728	1,949	554
Plata	30,533	87,199	-77,397	200,503	113	1,653	1,772	1,773	246
Cobre y Níquel	2,482	9,898	-9,757	13,658			152		
Plomo y Zinc	28,951	38,949	-52,113	96,395		588	641	642	60
Otros metálicos	2,315	553	-3,087	19,125	207	151	41	151	
Cal	2,570		-1,311	2,809		16	5	16	
Arena/grava P_Construc.	94	32	-65	276					
Sal	9,300	46	-16,293	15,299		161	296	161	62
Otros No metálicos	5,202	208	-5,867	10,367		40	2	40	
Serv._Terciarios d_sector	80,820	65,687	-108,001	228,158	19	488	1,278	516	72
Total	257,392	297,801	-421,959	859,126	1,571	5,402	6,568	5,605	1,106
<i>Promedio</i>	21,449	24,817	-35,163	71,594	131	450	547	467	92
<i>Desviación estándar</i>	25,157.8	33,048.4	38,236.3	88,091.1	254.6	664.5	670.6	686.2	162.6
<i>Max</i>	80,820	87,199	-65	228,158	844	1,948	1,772	1,949	554
<i>Min</i>	93.7		108,000	275.6					

Fuente: Elaboración propia con datos de los dictámenes y las declaraciones Anuales del Servicio de Administración Tributaria, periodo 2016-2019

Impuesto sobre la renta (ISR)

En el caso de las inversiones, conforme al artículo 32 de la Ley del ISR, se dividen en:

- a) *Activo fijo*. Conjunto de bienes tangibles que utilizan los contribuyentes para realizar sus actividades y que se deprecian por el uso en el servicio del contribuyente y por el transcurso del tiempo. La adquisición o fabricación de estos bienes tendrá siempre como finalidad su utilización para el desarrollo de las actividades del contribuyente, y no la de ser enajenados dentro del curso normal de sus operaciones.

En el caso del sector minero se clasifica en este rubro maquinaria como grúas, excavadoras, camiones, equipos de cepillo, estemples hidráulicos, rozadoras, entre otros; así como construcciones tales como rampas, caminos, túneles y puentes.

- b) *Gastos diferidos*. Son los activos intangibles representados por bienes o derechos que permitan reducir costos de operación, mejorar la calidad o aceptación de un producto, usar, disfrutar o explotar un bien, por un periodo limitado, inferior a la duración de la actividad de la persona moral. También se consideran gastos diferidos los activos intangibles que permitan la explotación de bienes del dominio público o la prestación de un servicio público concesionado.

Para el sector de minería la erogación más importante que se incluye en este rubro son las erogaciones realizadas para la adquisición de los títulos de la concesión minera (derechos de explotación) que, por su naturaleza, desde el punto de vista fiscal y contable es gasto diferido que debe depreciarse en el mismo plazo que se tiene para explotar la concesión correspondiente.

- c) *Cargos diferidos*. Son aquéllos que reúnan los requisitos señalados en el párrafo anterior, excepto los relativos a la explotación de bienes del dominio público o a la prestación de un servicio público concesionado, pero cuyo beneficio sea por un periodo ilimitado que dependerá de la duración de la actividad de la persona moral.
- d) *Erogaciones realizadas en periodos preoperativos*. Son aquéllas que tienen por objeto la investigación y el desarrollo, relacionados con el diseño, elaboración, mejoramiento, empaque o distribución de un producto, así como con la prestación de un servicio, siempre que las erogaciones se efectúen antes de que el contribuyente enajene sus productos o preste sus servicios en forma constante. Tratándose de industrias extractivas, estas erogaciones son las relacionadas con la exploración para la localización y cuantificación de nuevos yacimientos susceptibles de explotarse.

Respecto a la deducción de las inversiones, éstas únicamente se llevan a cabo mediante la aplicación, en cada ejercicio, de los por cientos máximos autorizados por la LISR (artículo 31), sobre el monto original de la inversión. Los porcentajes máximos autorizados tratándose de gastos y cargos diferidos, así como para las erogaciones realizadas en periodos preoperativos, conforme a lo dispuesto en el artículo 33 de la Ley del ISR, son los siguientes:

- I. 5% para cargos diferidos.
- II. 10% para erogaciones realizadas en periodos preoperativos.

III. 15% para regalías, para asistencia técnica, así como para otros gastos diferidos.

IV. En activos intangibles que permitan la explotación de bienes del dominio público o la prestación de un servicio público concesionado, el por ciento máximos se calculará dividiendo la unidad entre el número de años por los cuales se otorgó la concesión, el cociente así obtenido se multiplicará por cien y el producto se expresará en por ciento.

Respecto a la maquinaria y equipo utilizados en la actividad minera, la Ley del ISR en su artículo 35, fracción VIII, establece el 12% como porcentaje de depreciación.

Los porcentajes máximos autorizados, tratándose de activos fijos, atienden a 3 criterios excluyentes: *i) Por tipo de bien*, de acuerdo al listado de activos fijos que prevé el artículo 34 de la LISR, *ii) Por tipo de actividad*, cuando la maquinaria y equipo no se encuentra especificada bajo el criterio de tipo de bien, entonces se debe depreciar conforme a la actividad en que son utilizados conforme al artículo 35 de la LISR, y *iii) Otros*, cuando no se encuentra en una actividad especificada en el citado artículo 35 entonces se aplica una depreciación genérica del 10% anual.

En este sentido, para la determinación del ISR, las inversiones realizadas en el sector minero son de particular importancia para el cálculo del gravamen correspondiente, en tanto que el sector de contribuyentes que tiene tasas de depreciación específicas para el desarrollo de su actividad, de ahí que, para evitar una erosión indebida de la base tributaria, es fundamental la correcta aplicación de los porcentajes de depreciación autorizados por la Ley.

Así, por ejemplo, las erogaciones que llevan a cabo las mineras en el periodo preoperativo se deprecian aplicando la tasa del 10%, y todas aquellas erogaciones relacionadas con la exploración para localizar y cuantificar nuevos yacimientos susceptibles de explotarse, sin que de la disposición se advierta que en dichos gastos preoperativos deba incluirse el costo de la concesión minera, esta es una inversión en un bien intangible que permite la explotación de un bien de dominio público por todo el periodo de actividades de la persona moral, y no solo en el periodo preoperativo (gasto diferido).

En el caso de la erogación realizada por concepto de la concesión minera y atendiendo a la naturaleza de ésta, debe ser considerada como un gasto diferido al representar un derecho que permite disfrutar o explotar un bien, por un periodo limitado, inferior a la duración de la actividad de la persona moral.

El planteamiento anterior es de medular importancia pues la definición de la concesión minera como gasto diferido, determinará que su depreciación se realice aplicando la tasa que resulte de dividir la unidad entre el número de años por los cuales se otorgó la concesión, y no aplicando una tasa de depreciación más acelerada y que no va acorde con la naturaleza del gasto, como sería clasificarla como una erogación realizada en periodo preoperativo²⁰.

²⁰ Conforme al caso de estudio se ha observado que indebidamente los contribuyentes consideran el monto de la concesión minera como un gasto en periodo preoperativo, cuando en realidad es un gasto diferido que tiene regla específica para determinar la tasa de depreciación, máxime que se trata de un bien intangible que se utiliza durante todo el periodo que dura la concesión y no solo en la fase preoperativa (exploración).

Aunado a lo antes mencionado, resulta importante señalar que es deducible el costo de lo vendido, es decir, el costo de las mercancías que se enajenan, conforme a lo establecido en el artículo 39 de la Ley del ISR.

Para tales efectos, en el caso de la actividad extractiva, a saber, contribuyentes que no adquieren y enajenan mercancías, considerarán dentro de dicho costo, entre otros, las inversiones directamente relacionadas con la producción de mercancías.

Ley Federal de Derechos.

El esquema de derechos que debe pagar el sector minero por la explotación de bienes de dominio público de la Nación, en tanto que incluso como es el caso del derecho especial sobre minería, se vincula estrechamente con la determinación del ISR de la empresa minera. La Ley Federal de Derechos (LFD) impone contribuciones a la actividad minera desarrollada en territorio nacional de la siguiente manera:

i. Derecho sobre minería.

Los artículos 262, 263 y 264 de la LFD señalan que el derecho sobre minería lo pagan las personas físicas o morales titulares de una concesión, o que desarrollen trabajos relacionados con la exploración, o explotación de sustancias, o minerales sujetos a la aplicación de la Ley Minera, de acuerdo con las cuotas que se marcan en la Tabla AIII.1.

Tabla AIII.1. Cuotas en pesos del predial minero en México: 2021

Concesión y Asignaciones mineras	Cuota por Hectárea
Durante el primer y segundo año de vigencia	\$8.04
Durante el tercero y cuarto año de vigencia	\$12.02
Durante el quinto y sexto año de vigencia	\$24.85
Durante el séptimo y octavo año de vigencia	\$49.98
Durante el noveno y décimo año de vigencia	\$99.95
A partir del décimo primer año de vigencia	\$175.90

Fuente: Elaboración propia con base en el Artículo 263 de la Ley Federal de Derechos

Este derecho se paga de manera semestral durante los meses de enero (1er semestre) y julio (2do semestre). O en su caso, a más tardar 30 días naturales después de la fecha de inscripción en el Registro Público de Minería para las Concesiones Mineras.

ii. Derecho especial sobre minería.

El artículo 268 de la LFD hace mención que los titulares de concesiones y asignaciones mineras, así como los adquirentes de derechos relativos a esas concesiones que obtengan ingresos derivados de la enajenación o venta de la actividad extractiva, pagarán anualmente el derecho especial sobre minería, aplicando la tasa del 7.5% a la diferencia positiva que resulte de disminuir a dichos ingresos, las deducciones permitidas para tales efectos.

Para el caso de pequeños mineros con ingresos brutos totales anuales por ventas o enajenación de minerales, menores a 50 millones de pesos, pueden acreditar el monto pagado en el ejercicio por el derecho especial sobre minería contra el ISR del ejercicio fiscal, dicho estímulo se establece en el artículo 16, Apartado A, fracción VII de la Ley de Ingresos de la Federación para el ejercicio fiscal de 2021.

Para los efectos de este derecho se comprenden como ingresos: los acumulables que obtenga el concesionario o asignatario minero, así como el adquirente de derechos relativos a una concesión minera, determinados conforme a lo dispuesto por la Ley del ISR, con excepción de los intereses, el ajuste anual por inflación y cantidades obtenidas en efectivo por préstamos, aportaciones o aumentos de capital. Asimismo, se podrán disminuir de la base del derecho, las deducciones autorizadas conforme a la Ley del ISR, con excepción de las inversiones²¹, intereses, el ajuste anual por inflación deducible, las contribuciones y aprovechamientos pagados por la actividad.

En relación con lo antes mencionado, cabe puntualizar que, al permitir la disminución de las deducciones autorizadas conforme a la Ley del ISR, dentro de las mismas se encuentra el costo de lo vendido, el cual para su determinación permite deducir las inversiones, lo que es contrario a lo expresamente dispuesto por la legislación para este derecho, en el sentido de no permitir la disminución de las inversiones.

Este derecho se paga de manera anual a más tardar el último día hábil del mes de marzo del año siguiente a aquel al que corresponda el pago. Cabe mencionar que, hasta el ejercicio fiscal de 2019, el derecho sobre minería se podía acreditar contra el derecho especial sobre minería, pero a partir de 2020 se eliminó dicha posibilidad por lo que se pagan los dos derechos de manera íntegra.

iii. Derecho adicional sobre minería.

Los titulares de concesiones mineras que no lleven a cabo durante dos años continuos obras y trabajos de exploración o explotación pagarán este derecho de acuerdo con el artículo 269 de la LFD de la siguiente manera:

- Dentro de los primeros once años de vigencia de la expedición de su título de concesión minera, pagarán al 50% de la cuota señalada en la fracción VI del artículo 263 la LFD, que para 2021 equivale a \$175.90 por hectárea.
- Dentro del décimo segundo año y posteriores años de vigencia de la expedición de su título de concesión minera, pagarán al 100% de la cuota señalada en la fracción VI del artículo 263 la LFD, que para 2021 equivale a \$175.90 por hectárea.

Este derecho se paga de manera semestral en enero (1er semestre) y julio (2do semestre).

²¹ En el caso de inversiones solo se permite disminuir las realizadas con la prospección y exploración minera, sin incluir los activos intangibles que permitan la explotación de bienes de dominio público o la prestación de un servicio público concesionado entre otros, los títulos de concesiones o asignaciones mineras, así como los derechos adquiridos para la exploración y explotación de minerales o sustancias conforme a la Ley Minera.

iv. Derecho extraordinario sobre minería.

En lo referente al derecho extraordinario sobre minería en el artículo 270 de la LFD se señala que este derecho lo pagarán los titulares de concesiones y asignaciones mineras, así como los adquirentes de derechos relativos a esas concesiones, por los ingresos derivados de la enajenación de oro, plata y platino, aplicando a los mismos la tasa del 0.5%.

La base del presente derecho se determina considerando los ingresos acumulables totales determinados conforme a lo dispuesto por la Ley del ISR, por la enajenación o venta del oro, plata y platino, independientemente del número de concesiones, asignaciones o derechos derivados de esas concesiones de las que sean titulares. Cabe mencionar que los sujetos a este derecho deberán llevar la contabilidad por separado en donde se identifiquen ingresos derivados de la enajenación de estos metales. Este derecho se paga anualmente a más tardar el último día hábil del mes de marzo del año siguiente a aquel al que corresponda el pago.

Anexo IV. Aspectos técnicos en las explotaciones de minería

Los yacimientos minerales son producto de una serie de procesos geológicos que llevan a la concentración anómala, sea esta en volumen, calidad o facilidad de explotación, y su clasificación se da según sus características mineralógicas, contenido de metales, forma, dimensiones y/o contexto geológico (ver Figura AIV.1).

Figura AIV.1. Representación gráfica de los yacimientos minerales.



Fuente: Portal ingemmet²²: www.gob.pe/ingemmet

Pensando en la explotación de minerales, existe una relación entre la tecnología y los posibles costos e inversiones, los cuales a su vez dependen del tipo de yacimiento, tipo de geometría, tipo de mina y el tipo de mineral a extraer. Con la Figura AIV.2 se explica el flujo lógico para la toma de decisiones, y con ella se identifica de forma rápida las condiciones que presenta un depósito mineral y el método de extracción a utilizar.

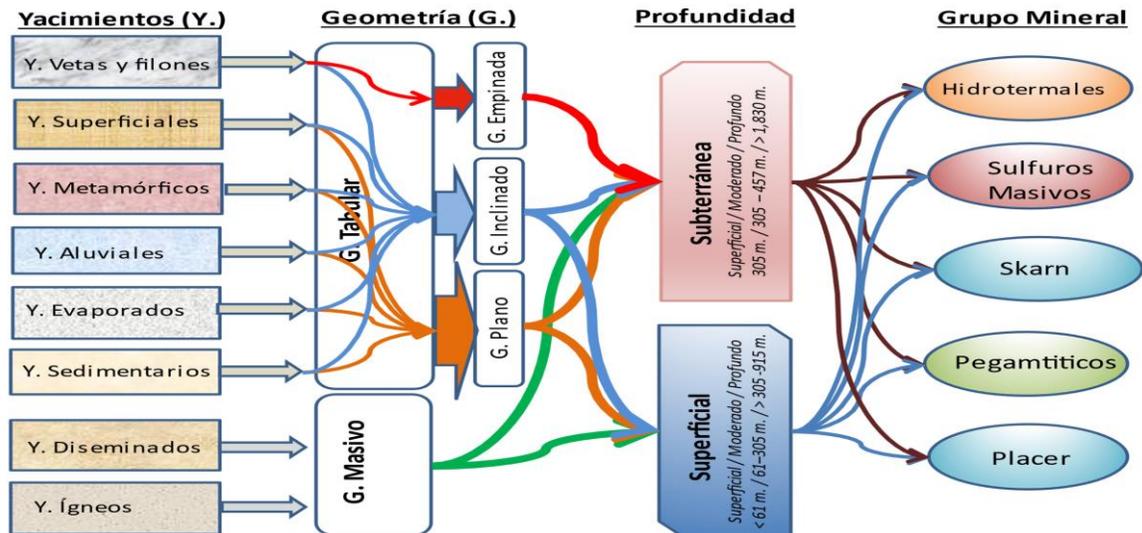
La lógica es la siguiente: por ejemplo, para un proyecto minero de plata. Primero, mediante un trabajo de prospección se identifica el tipo de yacimiento²³ el cual puede ser una veta. Aunque la plata puede venir asociada con otro metal, por ejemplo, el cobre, u otro, se concentra el trabajo en la plata. Segundo, se mide la geometría que es básicamente la forma de la veta, en este caso si la plata viene en forma tabular significa que la veta está formada por un cuerpo más o menos de forma cilíndrica de dimensión variable. Esta veta, dependiendo de su forma y su inclinación o accesibilidad desde la superficie, permitirá definir una ruta crítica para seleccionar un método de explotación. En el ejemplo de la plata, es muy común encontrar formas

²²https://portal.ingemmet.gob.pe/documents/73138/202784/006_2011_Presentacion_ECI_Verano_Formacion_distribucion_de_positos_minerales_MValencia.pdf/c381538d-1e3f-431b-b8cb-e39cbd86f065 (Ultimo acceso 19 dic 2021)

²³ Para una veraz clasificación del tipo de yacimiento del mineral y su material rocoso asociado, se debe disponer de información geológica suficiente que incluya estudios de metalogenia, geología histórica de la zona y, sobre todo, de núcleos de barrenación de un programa de exploración reciente aún, en sitios donde se disponga de información de estudios previos. (Fuente: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Clasificacion-de-yacimientos-minerales.html Ultimo acceso 19 dic 2021).

tabulares inclinadas²⁴. Tercero, ya con la información geológica se elige el método de explotación el cual se clasifica en función de la profundidad del yacimiento a explotar: Superficial (a cielo abierto), o subterráneo, aunque algunos proyectos podrían ser mixtos o combinados. En este ejemplo de la plata, que es del grupo mineral placer, puede explotarse en proyectos superficiales o subterráneos, y dependiendo de ello se tendrá una variación en los costos e inversiones.

Figura AIV.2. Relación entre tipo de yacimiento, su geometría, profundidad y el tipo de mineral



Notas:

Hidrotermales: barita, fluorita, pirita, calcopirita, blenda, galena, cobres grises, argentita, platas rojas, cinabrio

Sulfuros masivos: vulcanogénicos marinos: Pb-Zn-Cu),

Minerales skarn: scheelita, casiterita, fluorita, calcopirita, blenda, galena, magnetita, hematite,

Pegamíticos: gemas, Li, Sn, tierras raras, W, F, cuarzo, feldespato, micas

Placer: oro, plata, platino, diamante, rubí, zafiro, casiterita, ilmenita, rutilo, monacita, granate

Fuente: elaboración propia con base en información del Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (1997).

“Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión”. 1ª Edición Edit. IGME: Madrid, España.

La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril/mineral con que se debe extraer este último. Este parámetro denominado "ratio" es muy variable de un depósito a otro, y en todos condiciona la profundidad que es posible alcanzar por minería de superficie y consecuentemente la viabilidad económica. Esto es, el proyecto minero estará condicionado por la geometría del yacimiento, el cual condiciona la excavación, el desmonte, el tipo de minado y demás obras para la extracción tal y como se muestra en la Tabla AIV.3. Esto es importante pues explica el tipo de inversiones

²⁴ Las formas asociadas a depósitos masivos, se refiere a formas de extensión considerable, tanto horizontal como vertical, dentro de la cual la mineralización está distribuida en forma relativamente uniforme (diseminada). (Fuente: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Clasificacion-de-yacimientos-minerales.html Ultimo acceso 19 dic 2021).

requeridas, que son diversas y muy altas, y por tanto la variación de los costos en las explotaciones a cielo abierto.

Tabla AIV.3. Características del yacimiento y sus actividades en la minería superficial.

Minería Superficial					
Forma (Inclinación)		características del yacimiento	Relación de Desmote	Excavación	Métodos de Minado
Tabular	Plano	Superficial	Bajo	hidráulica, Scoop, Túneles	Placeres, Dragas de succión
		En superficie	Moderado	Scoop, Túneles, Altos explosivos	Open Pit
	Inclinado	Moderado	Moderado	Taladro	Barreno
		Profundo	Alto	Explosivos	Open Pit
Masivo		Rangos	Depende de la profundidad		Open Pit

Fuente: Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (1997). "Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión". 1ª Edición Editorial IGME: Madrid, España

En la minería subterránea la extracción de estéril suele ser insignificante a lo largo de la vida útil de la mina, pues sólo procederá de las labores de acceso y preparación. La complejidad, sin embargo, puede ser similar en términos de obras e inversiones para la estructura principal del techo, del piso, los pilares, paredes, etc. para la extracción del material (ver la Tabla AIV.4). Aplica entonces el mismo razonamiento en términos de variación en costos, con la salvedad que el costo global promedio de la minería subterránea es en general más alto que en las explotaciones a cielo abierto. Lo anterior se explica, entre otras cosas, por el control del terreno una vez extraído el mineral, que es una de las consideraciones más importantes en la explotación del yacimiento. Por ejemplo, los tipos de tratamiento de los huecos dentro de los macizos rocosos varían desde el mantenimiento rígido del terreno mediante pilares, pasando por diferentes grados de sostenimiento de los hastiales, con cierre y hundimiento controlado de estos, hasta el hundimiento completo del mineral o del recubrimiento de estéril.

Tabla AIV.4. Estructura y componentes por tipo de método en la minería subterránea.

Minería Subterránea				
Geometría		Estructura principal del techo o piso	Componentes (Pilares, Paredes)	Método de minería subterránea
Tabular	Plano (e Inclinado)	Buena	Buena	Cámaras y pilares
		Buena	Mala	Cámaras y pilares
		Mala	Buena	Paredes extensas
		Mala	Mala	
	Empinada	Buena	Buena	Sublevel stoping
		Buena	Mala	Shrinkage
		Mala	Buena	Corte y relleno
		Mala	Mala	Sublevel caving y top slice
Masivo		Buena	Buena	Vertical slices
		Buena	Mala	
		Mala	Mala	Bloques de exploración

Fuente: Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (1997). "Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión". 1ª Edición Editorial IGME: Madrid, España

En la Tabla AIV.5 se recogen los principales métodos de explotación y las características de los yacimientos.

Tabla AIV.5. Principales métodos de explotación minera, características de los yacimientos

Profundidad de la explotación	Resistencia de las rocas	Sistema de arranque	Geometría	Método
Superficial a cielo abierto	Consolidadas con cualquier resistencia	Mecánicos	Cualquier forma e inclinación, potente de grandes dimensiones. Tabular y masivo. cualquier inclinación. potente y dimensiones reducidas. Tabular. reducida inclinación, poco potente, escaso recubrimiento y grandes dimensiones. Tabular. reducida inclinación, potencia media, bastante recubrimiento y grandes dimensiones. Tabular. reducida inclinación, pequeña potencia, recubrimiento y dimensiones variables Tabular, tumbado, pequeña potencia, macizos remanentes	Corta Cantera Descubierta Terrazas Contorno Auger
	Consolidadas o permeables	Hidráulicos	Tabular, tumbado, pequeña potencia, dimensiones reducidas Tabular, tumbado, bastante potencia. grandes dimensiones Cualquier forma e inclinación potente y grandes dimensiones Cualquier forma, inclinado, potente y grandes dimensiones	Monitor Hidráulico Dragado Minería por sondeos Lixiviación
Profundo Subterráneo	Rocas competentes, desde resistentes a medias	Sin sostenimiento	Tabular, tumbado, potente y grandes dimensiones	Cámaras y pilares
			Tabular, Tumbado, estrecho y grandes dimensiones Tabular, inclinado, estrecho y cualquier tamaño Tabular, inclinado, potente y grandes dimensiones	Cámaras almacén Cámaras y pilares por banqueo Cámaras por subniveles
	Rocas incompetentes, desde débiles a medias	Con sostenimiento	Forma variable, inclinado, estrecho y cualquier tamaño Tabular. inclinado, estrecho y pequeñas dimensiones Cualquier forma e inclinación potente y cualquier tamaño	Corte y relleno Entibación con pies derechos. Entibación por marcos
	Rocas excavables desde débiles a medias	Con hundimiento	Tabular, tumbado, estrecho y grandes dimensiones Tabular o masivo inclinado, potente y grandes dimensiones Masivo, inclinado, potente y grandes dimensiones	Tajo largo Hundimiento por subniveles Hundimiento por bloques

Fuente: Instituto Tecnológico Geo-Minero de España (1997). "Manual de evaluación técnico-económica de proyectos mineros de inversión". 1ª Edición Editorial IGME: Madrid, España

Al final y a manera de resumen, el procedimiento con que se va a efectuar la extracción, es decir a cielo abierto o por interior, el grado de mecanización y el dimensionamiento de los equipos juegan un papel muy importante en la economía de las explotaciones. El desarrollo de la maquinaria minera en las últimas décadas ha hecho que en la actualidad entre un 70 y un 75 por

ciento de los minerales producidos en el mundo procedan de minas a cielo abierto. Esto es debido a ventajas de tipo económico, ya que los costes de extracción son más bajos que en minería subterránea, y a condiciones de seguridad e higiene del personal mucho más favorables.

Por otro lado, en el estudio minero, después de proyectar la geometría final de la explotación, debe elaborarse el plan de extracción básico, estableciéndose la secuencia y el orden con que se llevará a cabo. Es muy importante tener definidas las dimensiones de la unidad de selectividad minera, lo cual ya se habrá realizado con anterioridad en el momento de efectuar la modelización del yacimiento y evaluación de las reservas explotables. La forma de ataque del yacimiento puede tener sus repercusiones en los primeros años, no sólo sobre la capacidad de producción prevista, sino incluso sobre los ingresos, al variar las calidades de los minerales explotados y los volúmenes de estéril que es preciso extraer para descubrir el mineral. El plan de extracción se traducirá, pues, en un programa de producciones a lo largo del tiempo.

El diseño de una mina tiene múltiples facetas y objetivos, entre los que cabe destacar: la selección del método de explotación, el dimensionamiento geométrico de la mina, la determinación del ritmo explotación anual de producción y la ley de corte, la secuencia de extracción, etc.

Tan importante o más que el método minero, y en ocasiones ligado con el mismo, se encuentra la determinación del ritmo de producción anual y la ley de corte. Su incidencia sobre la economía del proyecto es muy grande, ya que, por ejemplo, la ley de corte afecta directamente al volumen total de reservas explotables, a la ley media del mineral, y en las minas a cielo abierto la ratio estéril/mineral; y, por otro lado, el segundo parámetro de diseño, que es la capacidad de producción, si es muy pequeña no permite las economías de escala y da lugar a que los ingresos se consigan de forma muy lenta, y si el ritmo de explotación es intenso conlleva una inversión inicial muy alta, que puede llegar a no recuperarse durante la reducida vida de la mina.

Por todo lo indicado, esta etapa técnica de estudio dentro del desarrollo de un proyecto minero es de suma importancia, ya que condicionará los resultados económicos futuros. Refleja también cómo la minería es una actividad económica que se caracteriza por el alto nivel de gasto e inversión, donde por la complejidad descrita anteriormente, podemos considerar que cada mina tiene su propia arquitectura de costos independientemente de que se trate de la obtención del mismo mineral, con la misma característica de yacimiento e incluso en la misma entidad geográfica.

Anexo V. Comparando estructuras tributarias: El Cobre

Los países líderes en producción cuprífera como Chile, Perú, Canadá, Australia y EUA poseen una estructura impositiva diversa. En este estudio se comparan dos medidas: el royalty o regalía minera, y el ISR. El primero es específico de la minería mientras que el segundo afecta a todas las empresas, pertenezcan o no al sector minero.

*Regalías (royalties)*²⁵

El royalty o regalía se define como un pago al Estado que funciona como compensación por el permiso que obtiene una empresa para acceder al mineral y explotarlo para su propio beneficio (Banco Mundial, 2004). El royalty minero adquiere distintas formas según la base de cálculo de los diferentes países. Esta base puede ser la cantidad extraída, las ventas brutas o la renta operacional. La diferencia principal son los costos que se permiten deducir en cada caso (ver Tabla AV.1). Para poder realizar una comparación lo más precisa posible, se agrupan las bases en las siguientes definiciones que son las más utilizadas:

- 1) Por unidad. Se cobra un monto fijo por tonelada extraída del mineral.
- 2) Ventas brutas o ingreso operacional (*ad valorem / gross revenues*). Es un porcentaje sobre las ventas brutas sin posibilidad de deducir ningún tipo de costos. En algunos casos se cobra sobre el valor de la cantidad extraída utilizando un precio de referencia.
- 3) Renta bruta (*net smelter returns*). Es un porcentaje sobre las ventas, el cual permite deducir costos de transporte y procesamiento. Los costos de extracción pueden o no estar incluidos dependiendo del caso.
- 4) Renta operacional o renta imponible operacional (*net proceeds*). Es un porcentaje sobre la renta bruta, que permite deducir costos de administración y venta, directos e indirectos y la depreciación del ejercicio.

En todos los países arriba mencionados, la actividad minera es gravada con impuestos específicos. En general, en América Latina se imponen gravámenes federales, mientras que en Australia, Canadá y Estados Unidos se imponen impuestos estatales. En Estados Unidos, solo cuando la explotación se hace en territorios federales, se impone un gravamen federal. En los territorios federales de Estados Unidos y en Australia se aplica una regalía en términos brutos, cuya tasa depende del precio internacional; mientras que, en Canadá, Chile, EUA y Perú, se utiliza utilidad neta; y en Chile y Ontario, Canadá, se usa la base del ISR.

Es común que se impongan distintas tasas a distintos minerales. En Australia no sólo se diferencia por producto sino también en si éste es refinado o no. En Estados Unidos se cobra una regalía federal distinta si se trata de minas de cobre abiertas o subterráneas. En todos los casos, los impuestos mineros son deducibles del ISR. Finalmente, hay que mencionar que la tasa de ISR corporativo en México es competitiva. Sólo Chile (27%), algunos estados de Estados Unidos y algunas provincias de Canadá tienen tasas menores

²⁵ Cases, R. et al. 2021. Royalties mineros: ¿Qué dice la evidencia comparada? Centro de Estudios Públicos, Chile.

Tabla AV.1. Comparativo tasas impositivas para minería del cobre: Diferentes países

País/Estado	Tasa impositiva	Base	Condiciones especiales
Chile	5%-34.5% (tasa promedio 5-14%)	Renta operacional	Se aplica a las empresas con ventas mayores a 50 mil toneladas. Para ventas menores, se aplican tasas de 0% a 5% dependiendo del tramo de ventas
Perú	2%-8.4% (IEAM)	Renta operacional	Pagado por empresas sin invariabilidad tributaria
	4%-13.12 (GEM)	Renta operacional	Pagado por empresas sin invariabilidad tributaria
	Mayor Valor entre 1%-12% de la Renta operacional. 1% de las ventas brutas (Regalía minería)	Renta operacional/ rentas brutas	Monto pagado de regalía minera reduce base de cálculo de GEM
Arizona (EUA)	Mínimo de 2%	Ventas Brutas	Solo aplica en tierras de propiedad estatal. La tasa final es específica para cada contrato
	1.25%	Renta operacional	Aplicable en tierras de propiedad Federal, Estatal o privada
Utah (EUA)	4%	Ventas Brutas	Solo aplicable en tierras de propiedad Estatal
	2.60%	Renta Operacional	Aplicable en tierras de propiedad Federal, Estatal o privada. Se permite deducir USD 50 mil por año por mina
Australia Meridional (Australia)	3.5%-5%	Ventas Brutas	Existe una tasa reducida del 2% para minas nuevas por un periodo de 5 años después del primer pago por concepto de Royalty o hasta el 30 de junio del 2026, lo primero que ocurra.
Queensland (Australia)	2.5%-5%	Renta Bruta	La tasa depende el precio del mineral. Permite descontar costos de fletes y seguros relacionados al transporte marítimo del mineral a puertos fuera de Queensland, Los primeros USD 77. 654 (100,000 AUD) están exentos
Nueva Gales del Sur (Australia)	4%	Renta Bruta	Los costos de exploración, desarrollo, explotación y rehabilitación de los yacimientos no se consideran como deducciones.
Columbia Británica (Canadá)	2% (NPC)	Renta Bruta	Aplica cuando la empresa no ha recuperado el capital inicial invertido, Sirve de crédito para el pago del NRT
	13% (NRT)	Renta operacional	Aplica cuando la empresa ha recuperado el capital inicial invertido
Ontario (Canadá)	10%	Renta operacional	Los primeros USD 408 mil están exentos 5% para minas en lugares remotos
Quebec (Canadá)	El mayor valor entre: i)16%-28% de la renta operacional. ii)1% sobre los primeros USD 67 MM extraídos + 4% sobre lo superior	Renta operacional/ Valor de extracción	En el caso ii) se aplica un crédito si el resultado fiscal arroja pérdidas.
México	7.5%	Renta operacional	Diferencia positiva que resulte de disminuir a ingresos acumulables para ISR, las deducciones permitidas para tales efectos. con excepción de las inversiones, intereses, el ajuste anual por inflación deducible, las contribuciones y aprovechamientos pagados por la actividad.

Fuente: Elaboración propia con base en Cases, R. et al. 2021

a. Royalty o regalía sobre cantidad extraída y ventas brutas

Esta es la forma más simple del royalty. La base para calcular el impuesto puede ser sobre cada tonelada de mineral extraído, o sobre las ventas brutas del mineral. En el primer caso, usualmente se carga un monto fijo por cada tonelada, mientras que, para el segundo, se suele

cobrar un porcentaje por el valor de las ventas brutas (ad valorem royalties).²⁶ A diferencia de cuando se cobra por unidad, al cobrar por el valor, el royalty fluctúa con los precios. La característica principal en ambos casos es que la empresa debe pagar un royalty independiente de sus resultados.

Entre los aspectos a favor de utilizar esta base para calcular el royalty se encuentra la facilidad de administrarlo, además que es más difícil de evadir al estar basado solo en las ventas. Por otra parte, aunque el Estado recibe ingresos relativamente estables, este impuesto tiene aspectos negativos; el principal es que significa un costo adicional de producción, lo que potencialmente puede generar ineficiencias al desincentivar la explotación de ciertas minas de alto costo y menor calidad, lo cual podría tener un efecto negativo en la recaudación estatal. Adicionalmente, este impuesto no se mueve con el ciclo económico (costos). Para un nivel de ventas determinado, la empresa debe pagar lo mismo en períodos de costos altos como en períodos de costos bajos, situación que puede potencialmente ser un problema importante, considerando el riesgo implícito en la actividad minera, especialmente durante los periodos iniciales de operación (costos fijos altos), y debido al precio altamente volátil de los minerales lo cual genera fluctuaciones importantes en la rentabilidad.

b. Royalty o regalía sobre las rentas mineras operacionales.

Los royalties sobre la renta operacional, o renta imponible operacional, se calcula como porcentaje sobre las rentas o beneficios operacionales y, a diferencia del caso anterior, se consideran las ventas brutas, pero permite deducir los costos operativos y de administración, directos e indirectos, y los costos de depreciación. Es por tanto un impuesto sobre los beneficios, toma en cuenta la capacidad de pago de la empresa, y no necesariamente significa un costo adicional de producción, facilitando la operación de minas de alto costo o marginales. Además, permite manejar el riesgo de forma más equitativa entre empresa y Estado, toda vez que la empresa paga el impuesto sobre su beneficio operacional, y que el Estado se beneficia de forma progresiva de acuerdo con el nivel de rentas de la empresa.

Entre los aspectos negativos, quizás el más importante se da en su administración ya que la base es mucho más compleja y susceptible de elusión. Por otra parte, estos impuestos tampoco son inocuos ya que reducen el valor presente de las inversiones, lo que podría redundar en la decisión de cerrar o no realizar un proyecto. Además, si en etapas tempranas de operación los beneficios son negativos por los altos costos de depreciación, el Estado no recibe ingresos, aunque el flujo de caja sea alto. La Tabla AV.2 resume los criterios antes descritos, señalando los que son más importantes para el Estado y los más importantes para el inversor; mientras que la Tabla AV.3 muestra algunos ejemplos de tasas de depreciación para los países aquí analizados.

²⁶ Una variante es la posibilidad de deducir costos de transporte y procesamiento, y en algunos casos costos de extracción. A la base resultante se la conoce como renta bruta (net someter returns).

Tabla AV.2. Criterios para evaluar diferentes bases de Royalties

Criterios importantes para el Estado				
Base de Royalty	Aumenta ingresos	Estabilidad de los ingresos	Ingresos durante los primeros años	Fácil administración
Cantidad extraída	Si	Si	Si	Si
Ventas Brutas	Si	Si	Si	Si
Renta operacional	Solo si los beneficios son positivos	No	No	No
Criterios importantes para el Inversor				
Base de Royalty	Reduce utilidades	Considera capacidad de pago	Responde a fluctuaciones del precio	Impacta más a proyectos marginales
Cantidad extraída	Si	No	No	Si
Ventas Brutas	Si	No	Si	Si
Renta operacional	Solo si los beneficios son positivos	Si	Si	No

Fuente: Elaboración propia con base en Cases, R. et al. 2021

En suma, cada royalty tiene ventajas y desventajas, y se debe destacar que una mayor tasa impositiva aumentaría los ingresos del Estado; sin embargo, si la tasa impositiva es muy alta, ésta podría desincentivar la inversión en el sector (exploración, desarrollo de nuevas minas, etc.), y otro tipo de operaciones que significarían menos ingresos para el país.

Tabla AV.3. Tasas de depreciación de maquinaria y equipo

AUSTRALIA	<ul style="list-style-type: none"> • MAQUINARIA Y EQUIPO DE MOLIENDA: 4%-5% • EQUIPO PARA APOYO EN INFRAESTRUCTURA: 6.6%-10% • INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA 4% • EXCAVADORA, PALAS HIDRÁULICAS Y CAMIONES 10%
CANADÁ	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo adquirido antes de que la mina entre en operación se utiliza una tasa del 25% • Construcciones y maquinaria 100%
PERÚ	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de transporte 20% • Maquinaria y equipo 20% • Otros 10%
CHILE	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria y equipo de minería pesada 11.1% • Plantas de extracción 20% • Presas de Jale 10% • Túneles de mina 5%
EUA	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de transporte 14% • Tractores, jumbos 14% • Mobiliario y equipo 14%

Fuente: Elaboración propia con base en Cases, R. et al. 2021