

Recursos minerales

- procesos industriales -desarrollo geográfico

Resumen

En el desarrollo histórico de los pueblos, los recursos minerales han participado como proveedores de materiales y materias primas para solucionar, desde situaciones propias de la vida cotidiana, hasta elementos que reflejan las creencias religiosas, las habilidades artísticas y los niveles tecnológicos que trascienden en el espacio y el tiempo. Por esta relevancia que le ha impreso la humanidad a estos recursos, en muchos casos, los grupos poblacionales han construido en su entorno geográfico sus Estados Nacionales con todas las vicisitudes que representa su aprovechamiento, e incluso, la defensa de su posesión.

Para entender con mayor precisión la importancia de los recursos minerales es necesario especificar que un mineral es un sólido de origen inorgánico natural, que posee una composición química definida o variable dentro de límites estrechos, y una disposición atómica ordenada que define su estructura cristalina.

En tanto, se entiende como *crystal*, un grano mineral delimitado por superficies laminares que guardan una relación geométrica definida por el ordenamiento atómico; en este caso se encuentran por ejemplo, los cristales de cuarzo y de calcita.

Se entiende que una roca es un agregado natural, coherente y multigranular, formado por uno o más minerales y/o mineraloides.

Los minerales deben distinguirse de los *mineraloides*; porque éstos últimos carecen de ordenamiento sistemático de sus átomos constitutivos, es decir no son cristalinos; son amorfos, tales como el vidrio volcánico, el ámbar, el carbón y el petróleo. Erns (1974: 4-7), establece que en un sentido amplio, tanto minerales como mineraloides pertenecen al reino mineral y constituyen lo que se denomina "*recurso mineral*".

En cuanto a recursos, se identifican tres componentes (Fisher y Hoy, 1988: 31), que interactúan entre sí: *recursos*, *obstáculos* y *elementos inertes*. Los recursos son cualquier cosa que pueda utilizarse para satisfacer una necesidad o deseo; son medios para obtener un fin. Los obstáculos son cualquier cosa que inhibe

la satisfacción de una necesidad o deseo; son lo opuesto a los recursos. Los elementos inertes son los que ni ayudan ni dificultan la satisfacción de una necesidad o deseo.

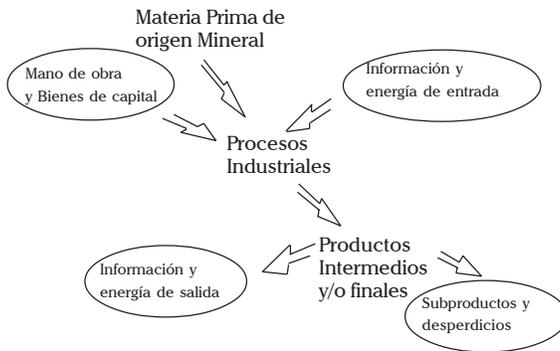
En la actualidad la dependencia a los recursos minerales se ha expandido de diversas maneras: desde la construcción de los imponentes rascacielos, hasta la manufactura de los microprocesadores, contienen un alto porcentaje -en muchos casos la totalidad- de elementos obtenidos a partir de sustancias minerales. Unos pocos minerales como el talco, asbesto y azufre se utilizan prácticamente tal y como se han extraído, es decir, con apenas sufrir modificaciones en su estado natural. Sin embargo la mayoría de ellos deben someterse a un proceso industrial para obtener un material utilizable. Alguno de los productos más familiares de esta clase son: ladrillos, vidrios, cementos, yeso y todo el gran número de metales que van desde el hierro hasta el oro. Las menas metálicas y los minerales industriales, son explotados en todos los continentes siempre que los minerales específicos estén lo suficientemente concentrados como para que su extracción sea económicamente rentable.

De acuerdo con el *Bureau of Mines* de los Estados Unidos (*Geotimes*, 1989), "cada americano consume anualmente 40,000 libras (1 libra = 453.6g) de nuevos minerales. Esto supone que cada nuevo niño nacido en los Estados Unidos consumirá durante toda su vida 795 libras de plomo (principalmente para baterías de automóvil, soldaduras y componentes electrónicos); 757 libras de zinc (en aleaciones con el cobre para producir latón, recubrimientos protectores del acero y en compuestos químicos como caucho y pintura); 1,500 libras de cobre (especialmente en motores eléctricos, generadores, comunicaciones y cableados); 3,593 libras de aluminio (para todo tipo de objetos como latas de bebidas, sillas plegables y aviación); 32,700 libras de lingotes de hierro (para utensilios de cocina, automóviles, buques y grandes edificios); 28,213 libras de sal (para cocina, deshielo en carreteras de montaña, y detergentes) y 1,238,101, libras de piedra, tierra, grava

y cemento (para la construcción de carreteras, casas, escuelas, oficinas y factorías)".

Recursos Minerales - Procesos industriales.

Los procesos industriales son entendidos como aquellos que transforman la materia prima, en éste caso de origen mineral, en productos de consumo intermedio o de consumo final, utilizando básicamente mano de obra, bienes de capital y energía. Alting (1996: 1), establece que un proceso implica un cambio en las propiedades de un objeto, incluyendo geometría, dureza, estado y contenido de información y que para producir este cambio deben existir tres agentes esenciales: material, energía e información, que a su vez determinan el propósito principal del proceso (proceso de material, proceso de energía o proceso de información).



Como puede observarse en el esquema anterior, las materias primas de origen mineral, la información consistente en los diseños y procedimientos; la energía necesaria para realizar transformaciones (incluyendo combustibles o reactivos), la mano de obra, instalaciones, maquinaria y equipos (bienes de capital), actúan en el proceso industrial para modificar el estado físico y/o químico de la materia tratada que genera, además del producto de consumo intermedio o final, información y energía de salida, y los subproductos y desperdicios del proceso.

Tal como se describe más adelante, la materia prima de origen mineral es utilizada en una gran cantidad de procesos industriales ya que son portadores de prácticamente todos los elementos que se conocen en la naturaleza; su importancia por su descubrimiento y uso, ha estado relacionado al desarrollo tecnológico, económico y social de los pueblos ya que constituyen

el inicio de varias cadenas productivas: siderúrgica, construcción, química, vidrio y joyería, entre otras.

En casi todos los campos de la producción, el uso de los minerales en los procesos industriales ha requerido de distintos avances tecnológicos que parten de trabajos artesanales, tal es el caso del oro, plata y cobre utilizados para la elaboración de monedas y objetos decorativos en distintas épocas; el desarrollo de técnicas extractivas y metalúrgicas de los alemanes del siglo XVI para la fabricación de cañones (Pacey, 1980: 152); y el avance científico de los trabajos de Georgios Agrícola¹ sobre la génesis de los minerales. En metalurgia, Ordoñez (1991: 13) destaca que, en el mismo siglo XVI el trabajo del sacerdote Bartolomé de Medina², quien patenta el proceso de patio para el tratamiento metalúrgico directo de los minerales de oro y plata por amalgamación con mercurio, marca un momento clave que revoluciona la minería por la reducción de costos que se logra, ya que anteriormente los minerales de oro y plata eran tratados por fundición directa. Tiempo después, el proceso de cianuración introducido en México en 1894, dio un nuevo impulso a la extracción de estos metales. Lo mismo ocurrió cuando en 1908 se introduce el proceso de flotación en una planta experimental en Parral, Chihuahua.

La atención de los científicos de fines del siglo XIX y principios del siglo XX sobre la química de los minerales, como fue la clasificación periódica de los elementos de Mendeleiev (1834-1886) y la idea de Vernadski (1863-1945) de que los minerales son producto de reacciones químicas que operan en la corteza terrestre, produjo grandes avances sobre el descubrimiento y aplicación de los minerales que se tradujo en la innovación y desarrollo de procesos industriales para la obtención de nuevos y mejorados materiales y productos. Al respecto, Betejtin (1970: 25-28), apuntaba que "no existe una sola rama de la industria en la que no se empleen unos u otros recursos minerales, en forma de materia prima o de productos semielaborados". Decía que el "hierro es el nervio principal de la industria". Esto último, aludiendo a que este metal es la base de la metalurgia, la construcción de

1 Su nombre verdadero era George Bauer (1494-1555) su obra maestra se tituló *De re metallica libri XII* (Doce libros sobre metales)

2 Bartolomé de Medina, realizó sus trabajos en la planta "La Purísima Grande" en Pachuca, Hidalgo, México

maquinaria, de barcos, de vías férreas, de puentes, de hormigón armado, del equipamiento de las minas, de la fabricación de artículos de gran consumo y muchos otros productos utilizando una gran proporción del carbón coqueificado.

Por su parte, los minerales con contenidos de metales no ferrosos como el cobre, zinc, plomo, aluminio, níquel y cobalto, han sido parte importante en el desarrollo de la industria eléctrica, construcción de buques y aviones, fabricación de maquinaria y productos de otras ramas industriales. Metales como el wolframio (tungsteno), molibdeno, titanio, vanadio³ y cobalto han sido de gran importancia en la industria militar. También el uranio, el plutonio y la gama de minerales radiactivos han sido utilizados con estos fines y en la generación de energía eléctrica y equipos médicos y científicos. Cabe mencionar que los tratamientos extractivos para la mayoría de los metales no ferrosos tienen muchas características en común. Generalmente para obtener cobre, níquel, plomo, cobalto, oro, plata, aluminio, titanio, magnesio, zinc y uranio se utilizan los procesamientos pirometalúrgicos (incluye el tratamiento en hornos a temperaturas elevadas) y los hidrometalúrgicos (utiliza la lixiviación de los minerales mediante un agente químico acuoso). La recuperación de las impurezas con un valor considerable como subproducto es llevada a cabo mediante la refinación a fuego o la refinación electrolítica, dependiendo de las concentraciones y los costos asociados. (Ver Burroughs, 1989).

Uno de los procesos industriales de mayor significancia en la que intervienen diversos tipos de minerales es el que se lleva a cabo en la siderurgia⁴. Aquí, básicamente el mineral se funde con coque y caliza; mediante aire inyectado en el fondo del horno el coque adquiere la forma de monóxido de carbono, el cual elimina el oxígeno del mineral de hierro reduciendo el metal. La caliza sirve para formar la escoria de la sílice, alúmina y otras impurezas. Dos toneladas de mineral y chatarra de hierro, casi una tonelada de coque,

cerca de media tonelada de piedra caliza y aproximadamente tres y media toneladas de aire, dan una tonelada de hierro de lingote, el cual contiene carbono y otros constituyentes que determinan el uso a que se destinará el producto. El acero es hierro aleado con carbono en una proporción de 1% a 1.6%. Para las diferentes aleaciones de hierro se añaden cantidades adecuadas de metales de aleación para obtener el tipo de acero que se desee.

Por su parte, el coque metalúrgico se produce por destilación destructiva en ausencia de aire, de carbón bituminosos de grados especiales. Además del coque metalúrgico se obtienen una gran cantidad de subproductos importantes como; gas, compuestos de antimonio, alquitranes de carbón y aceite ligero que contiene benceno, tolueno, nafta y otras sustancias. Esto muestra que la industria del acero, a través de la producción de coque, está relacionada íntimamente con la producción de fertilizantes, tintes, plásticos, solventes, fármacos y explosivos, (Doyle, 1988: 10-11).

Los avances en la industria de la construcción, se debe en gran parte, a que incorpora en los procesos de sus productos, materiales provenientes de los recursos minerales. Tal es el caso del yeso, arcillas, asbestos, arenas y rocas necesarias para la elaboración de cementos, adhesivos, ladrillos, concretos, losetas, cerámicos, ornatos tallados; perforación de pozos, filtros de agua, abrasivos, materiales aislantes y vidrios.

Al igual que el acero, el cemento portland ha sido un material de gran relevancia en la industria de la construcción y como consumidora de altos volúmenes de rocas calcáreas, rocas clásticas y yesos. Su proceso de elaboración se realiza por la sinterización y moliendo posterior una mezcla de caliza y arcilla, y adición de un regulador de fraguado (yeso) (Fernández, 1989: 17-18). La caliza es la roca más importante y proporciona el óxido de calcio. El MgO no debe rebasar el 10%, y deben hallarse libres de pirita y sílice libre. La arcilla o el esquisto proporcionan el SiO₂ y el Al₂O₃; la arenisca o arena, bauxita o mineral de hierro pueden añadirse para compensar deficiencias en SiO₂, Al₂O₃ o Fe₂O₃. El cemento portland se hace tostado, hasta formar escoria, una mezcla finamente molida que contiene aproximadamente 75% de CaCO y 25% de minerales arcillosos con un 20% de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃; y 5% de magnesita, álcalis, y otras sustancias.

3 El vanadio fue descubierto en 1802 por Don Andrés Manuel del Río en los depósitos de plomo de Zimapán, Hidalgo, México. Originalmente lo llamó "erytronium". Posteriormente Von Sefstroma lo redescubre y lo nombra "vanadio".

4 El término siderurgia hace referencia a la metalurgia del hierro y sus aleaciones; a su vez el término "metalurgia" hace referencia a la obtención de los metales contenidos en los minerales (en este caso de hierro) y a su tratamiento necesario para su utilización.

Se añade un 3% de yeso antes del pulverizado final para impedir un fraguado demasiado rápido.

El desarrollo de la agricultura tiene estrecha relación con el empleo de fertilizantes constituidos por materia prima de origen mineral tales como los minerales potásicos (sales de potasio) y las apatitas y fosforitas que proveen de fósforo.

En este contexto, es evidente la participación de los recursos minerales como proveedores de una amplia gama de elementos y sustancias para los procesos de las industrias químicas, industrial y farmacéutica. Sería inalcanzable terminar una lista de productos en los cuales se utilizan o se incorporan en los procesos materias primas de origen mineral.

En otras industrias también son utilizados grandes volúmenes de minerales no metálicos para elaborar pinturas, impermeabilizantes, medicinas, reactivos, fertilizantes, cosméticos, jabones y hules, entre otros productos.

En el cuadro siguiente da cuenta de la importancia específica de algunos minerales en los procesos industriales ya que se describen tanto su composición química y/o componentes principales, como sus usos y/o aplicaciones generales, lo cual también nos ubica en el mercado en el cual operan comercialmente.

Importancia específica de algunos minerales en procesos industriales y productos

MINERAL		COMPOSICIÓN QUÍMICA Y/O PRINCIPAL(ES) COMPONENTE(S) DE INTERÉS	USOS Y/O APLICACIONES GENERALES
Oro		Au Oro	Acuñación de monedas, joyería, adornos, artículos de lujo, aparatos para estudios físicos y químicos y aplicaciones dentales.
P L A T A	Plata nativa	Ag. Plata	Acuñación de monedas, joyería de filigrana, adornos, crisoles de fusión de álcalis, plateado de objetos, artículos de comedor y equipos y reactivos de laboratorio.
	Argentita	S ₂ Ag ₂ Plata	
	Pirargirita	S ₃ SbAg ₃ Plata	
	Proustita	S ₃ AsAg ₃ Plata	
C O B R E	Cobre nativo	Cu	Cables y componentes eléctricos y electrónicos, sulfato de cobre, latón (aleación cobre y zinc), bronce (aleación cobre, estaño y zinc), plata alemana (aleación, cobre, zinc y níquel), acuñación de monedas, adornos, objetos de comedor y de cocina y equipos de laboratorios.
	Calcosina	SCu ₂	
	Calcopirita	S ₂ CuFe	
	Bornita	S ₄ AsCu ₃	
H I E R R O	Magnetita	Fe ₃ O ₄ ;	Hierro de lingote y sus derivados en hierro colado, hierro de forja y acero y diversas aleaciones de hierro. Este metal es materia prima para la industria siderúrgica y metal-mecánica para la elaboración de productos destinados a la construcción de obras, y manufactura de transportes (autos, camiones, trenes, barcos), maquinaria, equipos, herramientas y artículos utilizados en las actividades productivas, de servicios e investigación, así como los utilizados en casa y hasta en forma individual como los accesorios de vestir (hebillas, relojes, cierres etc.) y los de hacer deporte y juegos (bicicletas, aparatos de gimnasio, columpios). Otra aplicación menos agradable es la que se refiere a la industria armamentista.
	Oligisto (hematitas rojas)	Fe ₂ O ₃	
	Limonita (hematitas pardas)	Fe ₂ OH ₂ O	
	Siderita	CO ₃ Fe	
Hulla (carbón mineral): --Lignito --Subbituminoso --Bituminoso --Antracita		C Carbono	En términos generales la hulla sirve para producir coque para fines metalúrgicos en la producción de lingotes de hierro y acero; para producir gas y para producir vapor en la generación de electricidad y otras aplicaciones. También se obtienen otros productos como alquitrán, aceites ligeros y amoniaco. La hulla tiene sus aplicaciones de acuerdo su contenido de carbón fijo y a su material volátil, de tal forma que el lignito y la antracita se diferencian porque el primero contiene menor cantidad de carbón fijo y mayor cantidad de material volátil, y el segundo presenta estas características en forma inversa. Por tal razón el lignito tiene menos aplicaciones en la generación de energía calorífica limitándose a aplicaciones de calefacción y elevación de vapor. El tipo subbituminoso se utiliza como combustible en operaciones

		acordes a su bajo valor calorífico. El carbón bituminoso es el carbón más utilizado en la producción de vapor, calefacción, gas y en usos domésticos. La antracita, es un carbón con mayor poder calorífico que los anteriores, pero su uso es más limitado.
Grafito	C Carbono	Su propiedad de fusión de 3000°C y su insolubilidad en el ácido es aprovechada para el revestimiento de hornos de fundición y la elaboración de crisoles de alta temperatura. También se utiliza en la elaboración de lubricantes, pinturas, escobillas para dinamos, electrodos, baterías secas, polvo de vidriado. El grafito también es obtenido en forma artificial.
ALUMINIO	Bauxita (gibbsita, boehmita y diáspora)	El aluminio es empleado por sus propiedades de resistencia a la corrosión, ligereza, conductividad eléctrica y elevada resistencia frente a su poco peso. Es utilizado en la industria de la construcción, construcción de aeroplanos, trenes, piezas para automóviles, industria eléctrica, productos químicos, abrasivos, refractarios, cementos de alúmina y artículos para el hogar, entre otros usos. Es tan amplia su utilización que algunas estimaciones indican que tiene más de 4000 aplicaciones.
	Yeso: Espato satinado Alabastro Selenita	SO ₄ Ca ₂ H ₂ O Yeso
Calizas	CO ₃ Ca Oxido de calcio	La caliza se emplea para losetas para acabados y la producción cal viva, cemento portland, y como agregados pétreos. También es importante en la metalurgia, purificación de agua, elaboración de refractarios, papel, fertilizantes, vidrio y curtidos y en la refinación de azúcar.
Bentonita (montmorillonita y beidelita)	Composición química inconstante. En términos generales son silicatos de aluminio, fierro y magnesio	Por su propiedad de adsorción, esta arcilla tiene una amplia aplicación en la industria: se emplea en la industria del petróleo para limpiar impurezas de la destilación fraccional; para perforación de pozos; para eliminar grasas y aceites del teñido en la industria textil; junto con el caolín se usa como relleno activo para aumentar la rigidez, la resistencia a la fricción ya los ácidos en la producción de caucho. También se usa en insecticidas; en la elaboración de jabón, maquillaje, pomadas y dentríficos; en la limpieza del agua y productos alimenticios; en la fabricación de papel y cerámica y en la preparación de medicamentos como aglutinantes en pastillas y píldoras y como adsorbentes de bacilos y sustancias nocivas en enfermedades del estómago, heridas, intoxicaciones con alcaloides, etc.
Caolín (caolinita)	Al ₄ (OH) ₈ Si ₄ O ₁₀ Silicato de Aluminio	Se emplea principalmente en la elaboración de productos como la porcelana, loza, muebles de baño, pisos, linóleo, telas impermeables, papel, jabones, cosméticos, ladrillos de pulimentación, refractarios y vidriados, tejas, tobos de desagüe, revestimiento de pozos, conductos de chimenea, arenas de fundición, crisoles, filtrado de aceites, y elaboración de medicamentos y pastas. En la industria eléctrica se emplea para cajas de enchufe y aisladores. En otras industrias se utiliza en la elaboración de lápices, hules y pinturas.

Relación de algunos minerales portadores de elementos o sustancias de interés económico e industrial

Mineral	Fórmula	Elemento o sustancia de Interés	Porcentaje Contenido en el Mineral
Anglesita	PbSO ₄	Pb	68.3
Anhidrita	CaSO	CaO	41.2
Apatita	(Cl, F, OH)Ca ₅ (PO ₄) ₃	P ₂ O ₅	45.0
Aragonita	CaCO ₃	CaO	56.0
Argentita	Ag ₂ S	Ag	87.1
Arsenopirita	FeAsS	As	31.2
Azurita	Cu ₃ (OH) ₂ (CO ₃)	Cu	55.3
Barita	BaSO ₄	BaO	65.7
Bismutita	Bi ₂ S ₃	Bi	81.2
Bornita	Cu ₂ FeS ₃	Cu	63.3
Calaverita	AuTe ₂	Au	44.5
Calcita	CaCO ₃	CaO	56.0
Carnotita	K ₂ O ₃ O ₂ O ₃ 3H ₂ O	U ₃ O ₈	79.72
Cerargirita	AgCl	Ag	75.3
Cerusita	PbCO ₃	Pb	77.5
Corundum	Al ₂ O ₃	Al	52.9
Crisocola	CuSiO ₃ · 2H ₂ O	Cu	36.1
Cromita	FeCr ₂ O ₄	Cr ₂ O ₃	68.0
Cuarzo	SiO ₂	Si	46.9
Cuprita	Cu ₂ O	Cu	88.8
Calcocita	Cu ₂ S	Cu	79.9
Calcopirita	CuFeS ₂	Cu	34.5
Diamante	C	C	-
Dolomita	(CaMg) (CO ₃) ₂	CaO	30.4
Esfalerita	ZnS	Zn	67.1
Esmithsonita	ZnCO ₃	Zn	52.1
Estefanita	Ag ₅ Sb ₄	Ag	68.5
Estibinita	Sb ₂ S ₃	Sb	71.4
Fluorita	CaF		68.5
Galena	PbS	Pb	71.4
Grafito	C		86.6
Halita	NaCl	Na	39.4
Hematita	Fe ₂ O ₃	Fe	69.9
Hubnerita	MnWO	W	60.7
Ilmenita	Fe ₂ Ti O ₃	Ti	Variable
Magnesita	MgCO ₃	MgO	48.0
Magnetita	Fe ₃ O ₄	Fe	72.4
Malaquita	CuO ₂ (OH) ₂ CO ₃	Cu	57.5
Marcasita	FeS ₂	Fe	46.5
Marmatita	(ZnFe)S	Zn	43.0
Molibdenita	MoS ₂	Mo	60.0
Pirargirita	Ag ₂ AsS	Ag	59.9
Pirita	FeS ₂	Fe	46.5
Pirolusita	MnO	Mn	63.2
Proustita	Ag ₂ AsS	Ag	65.4
Rodocrosita	MnCO ₃	MnO	61.7
Rutilo	TiO ₂	Ti	60.0
Scheelita	CaWO	W	63.9
Sylvanita	(AuAg) Te ₂	AuAg	25.0

Fuente: Espinosa y López (84:4)

Recursos Minerales - Desarrollo Geográfico

La riqueza de los recursos minerales de México ha sido parte importante en el desarrollo nacional, estatal y local; específicamente, la localización y extracción de oro y plata motivó a los colonizadores a incursionar y establecerse en distintas localidades que con el tiempo fueron creciendo y adquiriendo gran importancia en el contexto geográfico, ya que a partir de éstas se formaron ciudades como Taxco, en el Estado de Guerrero, Pachuca, en el Estado de Hidalgo, Zacatecas, Guanajuato, Parral, en el Estado de Chihuahua, Oaxaca y muchas otras que desde entonces siguen produciendo y han colocado a México como el primer productor mundial de plata. Coll-Hurtado (2000: 71,72), acentúa la importancia de la actividad minera de la siguiente forma:

"...De la mina han surgido ciudades, se han creado regiones agrícolas y ganaderas y se han tendido vías de comunicación....La riqueza de las minas mexicanas ha permitido conquistar territorios inhóspitos, ha hecho florecer los desiertos y las grandes montañas. Durante cuatro siglos fue la columna vertebral de la economía mexicana...."donde no hay plata no entra el Evangelio", se decía, y el Evangelio se escuchó en toda la Nueva España y se abrieron nuevas minas y surgieron ciudades....".

En 1804 Alexander Von Humboldt⁵, determinó que en la Nueva España había tres mil minas agrupadas en 500 campos mineros, 37 Distritos y 12 Provincias.

Con vocación y algunas habilidades mineras de los colonizadores, y pese a las limitaciones técnicas y tecnológicas, desde el siglo XVI en todas estas regiones se han extraído grandes cantidades de oro y plata. Un cálculo aproximado que proporciona el INEGI, establece que en el periodo de 1521 a 1997 se produjeron 1,197,305 kilos de oro y 194,225,945 kilogramos de plata, lo que da una idea de la magnitud de la riqueza mineral del país y el impulso que esto significó en el desarrollo de estas regiones. En el cuadro siguiente se desglosan las

5 Referido por Ordóñez en la "Cronología de las Minas Mexicanas", en Ordoñez, Cortes, J.E. "Minas Mexicanas". Tomo I. Editado por el propio autor, pp. 11-34.

Producción Histórica de Oro y Plata en México

PERIODO	ORO (Kilogramos)	PLATA (Kilogramos)	OBSERVACIONES
1521 - 1820	172,065	53,496,000	Época colonial
1821 -1884	107,419	28,327,290	México independiente, escisión del territorio mexicano, intervención francesa y las Leyes de Reforma
1884 - 1911	503,508	42,796,278	Porfiriato
1915	7,359	1,230,750	Revolución Mexicana
1920 - 1997	406,954	68,375,627	Inicio de la vigencia de la Constitución de 1917, nacimiento del corporativismo partidista, expropiación petrolera, impulso hacia la industrialización y el consumo, política de sustitución de importaciones, crecimiento sostenido, desarrollo compartido, petrolización de la economía, reconversión industrial, liberalismo económico e incorporación a los mercados globales
TOTAL	1,197,305	194,225,945	

Fuente: INEGI, Estadísticas históricas de México, Producción de los principales metales preciosos (1521 – 1997).

cifras correspondientes a distintos periodos de la vida económica política y social de México⁶.

No obstante que la continuidad de la importancia de los recursos minerales en el desarrollo nacional, estatal y local se centraba en la producción de oro y plata, desde mediados del siglo XIX, creció el interés por el carbón, hierro, cobre, plomo y zinc, por lo que las localidades mineras con estas sustancias distribuidas en gran parte del territorio nacional incrementaron su importancia productiva y su potencial de desarrollo económico al atraer también inversiones en plantas de fundición como la de cobre en San Luis Potosí y la de plomo, plata y zinc en Torreón Coahuila. También es el caso del carbón de Sabinas Coahuila y el hierro de Cerro del Mercado en Durango que motivaron la instalación de la primera planta de acero de América Latina en la ciudad de Monterrey, Nuevo León en 1903. Para 1921 los registros mineros indicaron la existencia de 236 plantas metalúrgicas operando en el territorio nacional

6 No obstante lo interesante del tema, su desarrollo está fuera de los objetivos del presente trabajo por lo que se omite su profundización. Sin embargo se apunta que una visión general en las variaciones de las cifras muestran que existe una tendencia al aumento en la producción de oro y plata en los años previos a la Revolución de Independencia y la Revolución Mexicana de 1910, lo cual denota una motivación adicional de la población para incorporarse a estos movimientos sociales si se toma en cuenta que, dados los avances tecnológicos de la época, para alcanzar los niveles altos en la producción necesariamente se incurrió en explotación de los trabajadores.

Lamentablemente el incremento en la producción minera y su importancia en el desarrollo nacional, estatal y local, no ha sido ajeno a las grandes conflagraciones mundiales. En los años de la primera guerra mundial, México tuvo un gran impulso en la producción de minerales como el bismuto, cadmio y manganeso, entre otros, destinados a la elaboración de equipos y materiales de guerra, sin embargo gracias a esto se pudo sortear los efectos en la baja del precio del cobre, plomo, grafito y zinc que se produjeron en la época. Para la segunda guerra mundial, en 1941, México firmó un tratado con los Estados Unidos para vender su excedente de producción minera, lo que también impulsó su desarrollo.

Finalizada la segunda guerra mundial, el avance tecnológico y la ampliación en la gama de aplicaciones de los recursos naturales de origen mineral alcanzado, abre la oportunidad para que México diversifique su producción. Para esto en 1949 se funda el Instituto para las Investigaciones de los Recursos Minerales⁷ que desarrolla el conocimiento de los fenómenos que dieron origen a la conformación geológica del territorio, asociados a la ocurrencia de depósitos que dieron origen al descubriendo una gran variedad de yacimientos, tales como los de barita, fluorita, yeso, magnesio, rocas fosfóricas y arenas y arcillas industriales. La mayoría de ellos localizados en zonas donde regularmente no tienen ocurrencia los yacimientos de oro y plata, por lo que a la vez que se multiplicaron las localidades con actividades mineras, se abastecen de materia prima distintos tipos de industrias y se motiva a que éstas se instalen en las cercanías de los sitios de extracción, propiciando avances importantes en el desarrollo local, estatal y nacional.

En términos técnicos y económicos, la dinámica del desarrollo de las poblaciones que tienen recursos minerales de interés en sus territorios, se ve favorecida al incursionar en las actividades mineras de exploración, explotación y beneficio (que se detallarán más adelante), las cuales, mediante la formalización de empresas sociales, gubernamentales o privadas, también tienen la oportunidad de comercializar su produc-

to mineral. Este hecho, a su vez motiva a otras empresas -aún de corte familiar- a multiplicar los beneficios por la vía de la prestación de servicios o de la producción de productos derivados de la materia prima mineral; de esta forma el desarrollo local -o unidad geográfica municipal- imprime un dinamismo en la relación de oferta y demanda que incide sobre el crecimiento del valor de su producción (PIB municipal). Lógicamente, éste crecimiento también se ve reflejado en las cifras a nivel estatal (PIB estatal) y a nivel nacional (PIB nacional).

Socialmente, los efectos favorables del aprovechamiento de los recursos minerales se reflejan directamente en la población que los posee⁸ en forma de empleos e ingresos comunitarios, aunado a la desmotivación por emigrar de la población. También, en algunas ocasiones las necesidades de infraestructura para la producción mineral, dota de servicios a las comunidades, tales como caminos, electricidad, teléfono y servicios médicos.

Desde el punto de vista de la industria, ésta se ve favorecida por contar con mayor oferta de sus materias primas de origen mineral, lo cual, asegura su producción asociada e incrementa su capacidad competitiva en el mercado.

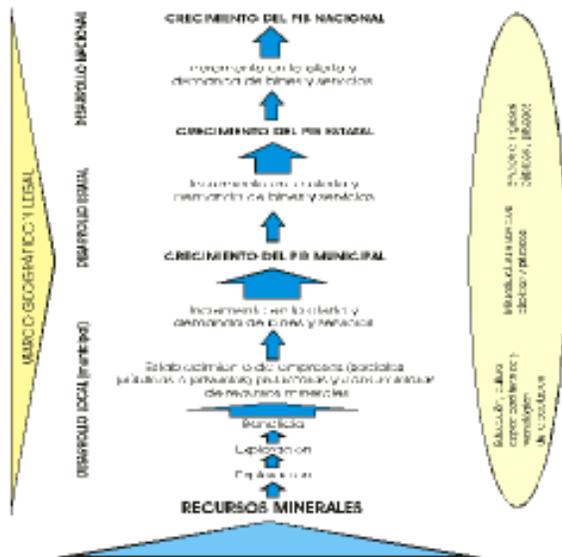
Desde la perspectiva del gobierno, el incremento y la diversificación en la producción minera coadyuva a favorecer las expectativas positivas en las variables macroeconómicas derivadas de un incremento en la oferta, específicamente en el índice de precios al productor, en el saldo comercial con el exterior y en el tipo de cambio ya que muchos de los productos mineros también son destinados a la exportación.

Una aproximación de la importancia de los recursos minerales en el desarrollo nacional, estatal y local se presenta en el siguiente esquema:

7 Era una dependencia del gobierno federal creada con el objetivo de explorar depósitos minerales. En 1955 cambió de nombre a "Consejo de Recursos Naturales no Renovables, y desde 1975 toma el nombre de "Consejo de Recursos Minerales", que actualmente lleva.

8 Esto no necesariamente significa que el beneficio económico sea más favorable a la población, puesto que la incursión de capitales privados (incluso de apoyo gubernamental) por necesidades obvias de inversión orienta el ingreso y las utilidades hacia estos sectores.

IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS MINERALES EN EL DESARROLLO NACIONAL, ESTATAL Y LOCAL



Finalmente, tomando en cuenta las nuevas tecnologías, la importancia que tienen los recursos minerales en el desarrollo de los distintos niveles geográficos, no es limitativa de la extracción in-situ, más aún, constituye el inicio de la "vida útil" de dichos materiales que continúa más allá de los productos de consumo final, cuando se reinicia una nueva utilización mediante el procedimiento de reciclaje que multiplica los beneficios al contener los efectos negativos que producen en su estado de "desperdicio" y al incrementar los niveles del ingreso y empleo originales aunado a las ventajas de una reducción de costos que permiten mayor competitividad, incluso con empresas mineras. Tyler (1970)⁹, apunta que el consumo de energía del reciclaje es mucho menor al gasto energético en su obtención original; y ejemplifica que el reciclaje del cobre sólo requiere del 5% de la energía utilizada en la producción de cobre primario y que algo similar sucede con el aluminio obtenido mediante la bauxita.

9 Citado por Seara, Vázquez, M. "La hora decisiva: análisis de la crisis global", tercera edición, ed. Porrúa, México, 1995, p.45.

Bibliografía

ALTING, LEO.
1996, "Procesos para ingeniería de manufactura". Edit. Alfaomega, México, pp.370.

BATEMAN, M. ALAN
1982 "Yacimientos minerales de rendimiento económico", Edit. Omega, Barcelona, España, pp.975.

BETEJTIN A.
1970 "Curso de Mineralogía", Edit. Mir, segunda edición, Moscú, URSS, pp.739

BURROUGHS, GILL CHARLES .
1989 "Metalurgia Extractiva no Ferrosa". Edit. Limusa, México, pp. 382.

COLL-HURTADO
2000 "México: una visión geográfica". Textos de carácter general II.1, Temas Selectos de Geografía de México. Instituto de Geografía de la UNAM, Plaza Valdés S.A. de C.V. México, pp. 137.

FERNÁNDEZ, CANOVAS, M.
1989 "Hormigón", Edit. Rugarte, S.L., Madrid, España, pp. 509.

DOYLE, E. LAWRENCE.
1988 "Materiales y procesos de manufactura para ingenieros" Tercera Edición, edit. Prentice Hispanoamericana S.A., México pp. 1041.

ERNS. W.G.
1974 " Los Materiales de la Tierra", Edit Omega S.A., Barcelona, España, , pp.150.

ESPINOSA , DE LEÓN L. Y LÓPEZ, ABURTO V.
1984 "Teoría y Prácticas de Trituración y Molienda" UNAM, Facultad de Ingeniería. División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Departamento de Explotación de Minas y Metalurgia. México, pp.84.

FISHER, JAMES S. Y HOY, R. DON,
1988 "Algunos Conceptos e Ideas Básicas", en: Hoy, R. Don (comp.), Geografía y Desarrollo, Un enfoque Regional a Escala Mundial, Fondo de Cultura Económica, México.

GEOTIMES, EN KLEIN, CORNELIUS Y HURLBUT, CORNELIUS
1989 "Manual de Mineralogía". vol.34 pag 19; Cuarta Edición. Edit. Reverte, S.A. España 1998.

HURBUT, JR. CORNELIUS S.

Notas

- 1980 "Manual de Mineralogía de Dana". Edit. Reverte, S.A. Barcelona, España, pp. 653.
- KRAUS, HENRY, E.; WALTER FRED HUNT, Y LEWIS STEPHEN RAMSDELL,
1967 "Mineralogí", Ediciones del Castillo, S.A., Madrid, España,. pp.665.
- MILLER, G. TYKER, JR.,
1979 Living in the Environment, 2nd. Ed., Wadsworth Publ. Co., Belmont (Cal.).
- ORDOÑES, CORTÉS JORGE,
1991 "Minas mexicanas" Tomo 1, American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers, Sección México; Society of Economic Geologists. Edit. Jorge Ordóñez Cortés, México, p. 234.
- ORLANDO MARTINO, JEROME MACHAMER Y IVETTE TORRES.
1992 "The Mineral Economy of Mexico" Department of Interior, Bureau of Mines. pp.150
- Pacey, Arnol
1980 "El laberinto del ingenio, ideas e idealismo en el desarrollo de la tecnología", Edit. Gustavo Gili S.A., Barcelona España. pp. 347.
- RODRÍGUEZ, GALEOTTI, E.
1999 "La industria cementera en México, situación actual y perspectivas de desarrollo hacia el tercer milenio", XXIII Convención Nacional de la Asociación de Ingenieros Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México, A. C., Resumen de Trabajos Técnicos, Acapulco, Guerrero, México, pp. 169.

Salvador Torales Iniesta
Universidad del Papaloapan