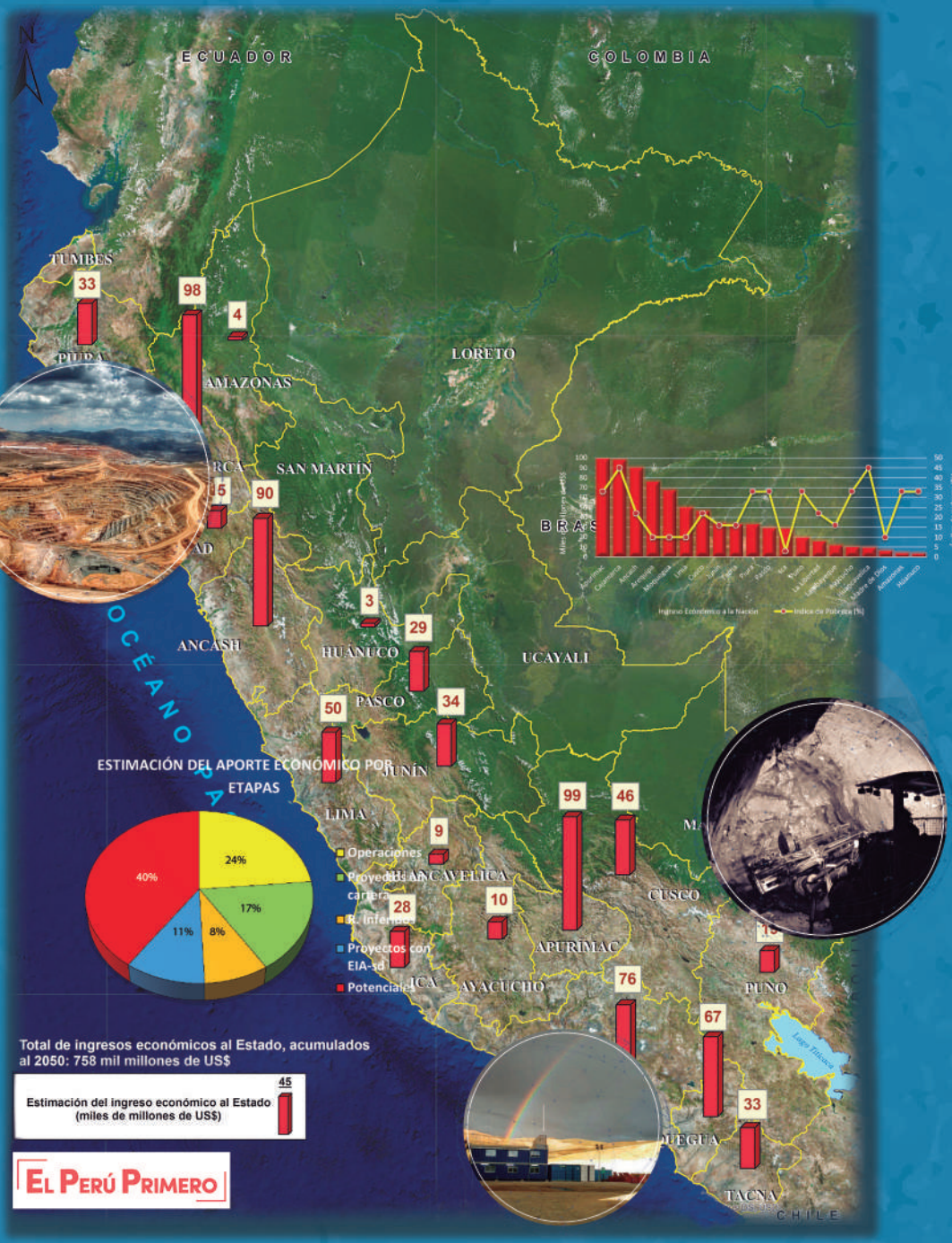
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO DEL PERÚ Y SU CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA AL ESTADO, ACUMULADO AL 2050



Estimación del Potencial Minero Metálico del Perú y su Contribución Económica al Estado, Acumulado al 2050

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú
© INGEMMET
Derechos Reservados. Prohibida su reproducción
Tiraje: 200

Presidente del Consejo Directivo: Oscar Bernuy Verand
Secretaria General: Yelena Alarcón Butrón

Dirección encargada del estudio
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos: Jorge Chira Fernández

Unidad encargada de la edición
Unidad de Relaciones Institucionales: Yorri Carrasco Pinares

Asesor Técnico: Oscar Bernuy Verand

Revisión Técnica: César Vidal Cobián, José Macharé Ordoñez
Corrección gramatical y estilo: María Obregón Rossi
Diagramación: Erick Rodriguez Zelada

Referencia Bibliográfica
Chira, J., Rios, C., Trelles, G. & Villareal, E. (2018). Estimación del potencial minero metálico del Perú y su contribución económica al Estado, acumulado al 2050. INGEMMET, 90p.

Primera Edición, INGEMMET 2018
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-06476

Se terminó de imprimir en Mayo del 2018 en:
Editorial Franco E.I.R.L
Av. Lorenzo Encalada N° 222, Rímac, Lima-Perú

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO DEL PERÚ Y SU CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA AL ESTADO, ACUMULADA AL 2050

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

EQUIPO DE TRABAJO

Jorge Chira Fernández

Carlos Ríos Moreno

Gerardo Trelles Vásquez

Eder Villarreal Jaramillo

ASESOR TÉCNICO

Oscar Bernuy Verand

COLABORADORES

Jorge Acosta Ale

Harold Huisa Valdivia

William Martínez Valladares

Lima, Perú

2018

RESUMEN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), ente rector de la geología del Perú, ha desarrollado un primer avance en la determinación del potencial minero metálico peruano, en términos de estimación del valor económico proyectado hasta el año 2050, en la visión de cuantificar la riqueza generada que queda para el Estado y que proviene directa e indirectamente de la actividad minera metálica.

La estimación se basa en la hipótesis de continuar explotando las reservas y recursos minerales de las minas en actual operación; de los proyectos mineros en cartera; de los recursos de los proyectos con exploración avanzada (EIA-sd), así como los recursos de áreas con alto potencial geológico minero.

Para determinar el ingreso económico de la actividad minera metálica que queda como usufructo para la nación, se ha tomado en cuenta los resultados del estudio desarrollado por el Instituto Peruano de Economía (IPE) y editado por el Instituto de Estudios Energético Mineros (IDEM) en junio del 2017, donde establece que el 28% del valor exportado de los metales que producimos, al cual se le ha descontado la maquila y otros, queda como beneficio para el Estado Peruano.

En la proyección del potencial al 2050, en un escenario normal, el cobre es el metal de mayor aporte económico para el Perú, con el 69% del potencial total, seguido del oro (10%), Zn (6%), Fe (6%), Ag (5%), Mo (2%), Pb (1%) y otros (1%). Hasta el año 2050, se estima el potencial con una producción total acumulada de Cu de 320 millones de toneladas finas (MTF), 244 millones de onzas finas (MOzF) de Au, 2779 MTF de Fe, 60 MTF de Zn, 8604 MOzF de Ag, 4 MTF de Mo y 12 MTF de Pb.

En el escenario conservador se estima una producción total acumulada de 228 MTF de Cu, 179 MOzF de Au, 1871 MTF de Fe, 48 MTF de Zn, 6300 MOzF de Ag, 3 MTF de Mo y 10 MTF de Pb. En la hipótesis normal, el beneficio económico estimado acumulado que queda para el Estado Peruano hasta el 2050, derivado del aprovechamiento de nuestros recursos minerales metálicos sería del orden de los US$ 758 mil millones. En la hipótesis conservadora seria de US$ 547 mil millones.

En base a estos resultados, se ha elaborado el MAPA DE RIQUEZA DE RECURSOS MINERALES METÁLICOS, para compararlo con el MAPA DE POBREZA elaborado por el INEI (2016).
Para el presente año, se efectuará un análisis similar para los recursos no metálicos, en tanto que para el 2019 se espera determinar el potencial hidrocarburífero y su aporte económico a la nación al 2050.

PRESENTATION / SUMMARY

The Geological Mining and Metallurgical Institute (INGEMMET), the governing body of Peru's geology, has developed a first step forward in determining Peru's mining potential, in terms of estimating the economic value projected until the year 2050, in the vision to quantify the generated wealth that remains for the State and that comes directly and indirectly from the metallic mining activity.

The estimate is based on the hypothesis of continuing to exploit the reserves and mineral resources of the mines in current operation, of mining projects in the portfolio, of the resources of the projects with advanced exploration (EIA-sd), as well as the resources of areas with high mining geological potential.

To determine the economic income of the metallic mining activity that remains as usufruct for the nation, we use the results of the study developed by the Peruvian Institute of Economics (IPE) and edited by the Institute of Energy Mining Studies (IDEM) in June 2017, which establishes that 28% of the exported value of the metals that we produce (which has been discounted from the maquila and others), remains a benefit for the Peruvian State.

Within the projection of potential to 2050, in a normal scenario, copper is the metal with the greatest economic contribution for Peru, with 69% of the total potential, followed by gold (10%), Zn (6%), Fe (6%), Ag (5%), Mo (2%), Pb (1%) and others (1%). Until 2050, the potential is estimated with a cumulative total production of 320 million fine tonnes (MFT) of Cu, 244 million fine ounces (MFOz) of Au, 2779 MFT of Fe, 60 MFT of Zn, 8604 MFOz of Ag, 4 MFT de Mo y 12 MFT de Pb.

In the conservative scenario, we estimate a cumulative total production of 228 MFT of Cu, 179 MFOz of Au, 1871 MFT of Fe, 48 MFT of Zn, 6300 MFOz of Ag, 3 MFT of Mo y 10 MFT of Pb.
In the normal hypothesis, the accumulated estimated economic benefit that remains for the Peruvian State until 2050, derived from the use of our metallic mineral resources would be of the order of US $ 758 billion. In the conservative scenario, it would be US $547 billion.

Based on these results, it has developed the MAP OF WEALTH OF METALLIC MINERAL RESOURCES, to compare it with the POVERTY MAP prepared by the INEI (2016).
For the current year, a similar analysis will be carried out for non-metallic resources, while for 2019 it is expected to have the analysis of the information to determine the hydrocarbon potential and its economic contribution to the nation by 2050.

BOLIVIA

PRESENTACIÓN

El presente trabajo desarrollado por la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) constituye un primer avance de determinación del potencial minero metálico peruano, en términos de estimación del valor económico proyectado hasta el año 2050, en la visión de cuantificar la riqueza generada que queda para el Estado y que proviene directa e indirectamente de la actividad minera.

Se considera que es aún muy reducido el nivel de explotación minera como acumulado histórico en comparación con el inmenso potencial minero de la nación. Por tanto, queda mucho por investigar y explorar para poner en evidencia nuevos yacimientos mineros que se deben descubrir.

La estimación presentada se basa en la hipótesis de continuar explotando las reservas minerales de las minas en actual operación y de los proyectos mineros en cartera, así como poner en valor los recursos inferidos de las minas en explotación o proyectos en cartera, los proyectos de exploración avanzada con estudios ambientales semidetallados y los considerados como potencial geológico propiamente dicho.

El estudio se ha proyectado solo hasta el 2050, sin embargo, muchos de los recursos estimados seguirán siendo explotados más allá de dicho año.

Este estudio se efectúa sobre la base de la capitalización geológica de toda la información geocientífica acumulada con la que cuenta el INGEMMET desde hace más de 100 años, plasmada en mapas, bases de datos e informes técnico-científicos que han servido de soporte para el descubrimiento de depósitos minerales y, en el presente caso, para determinar el inmenso potencial minero que ostenta el país.

El monto estimado del potencial económico minero que queda para el Estado, plasmado en valores dinerarios, es, como su nombre lo indica, una estimación del potencial minero, el que a través del tiempo puede ser mayor o menor, dependiendo de las múltiples variables a que está sometida la puesta en marcha de los proyectos mineros presentes y futuros. En este estudio no nos referimos a los miles de millones de dólares de inversión en minería, sino a los miles de millones de dólares que el Estado puede usufructuar, si ponemos en valor el considerable potencial minero que ostenta la nación, plasmado como una visión y con cifras económicas.

En el escenario de seguir explotando y poner en marcha nuestro potencial minero hasta el 2050, en el marco de la hipótesis adoptada, estaríamos generando un valor acumulado de ventas del orden de los 2 700 miles de millones de dólares (2.7×10^{12} US$). Si a esta riqueza generada le aplicamos el factor del 28 % determinado por el Instituto Peruano de Economía - IPE (estudio editado por el Instituto de Estudios Energético Mineros - IDEM en junio de 2017), obtenemos la cifra del orden de los US$ 758,000 millones que quedarían como beneficio para el Estado, en tanto que en un escenario conservador esta sería del orden de US$ 547,000 millones, a precios de los metales considerados: Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Sn, Fe, Mo, al 31 de octubre de 2017. Con dicho monto estimado la nación podría orientar su desarrollo futuro, basándonos en la generación de riqueza que queda en ella a partir de la minería, para impulsar paralelamente otros sectores también fundamentales.

Dado que este trabajo es una primera aproximación al potencial minero, es necesario que sea actualizado permanentemente, con información cada vez más reciente de resultados de empresas y de información geocientífica que genera el INGEMMET, para afinar la proyección de la riqueza minera que se genere. Con los resultados obtenidos, se ha elaborado a nivel de país un mapa de riqueza minera metálica y se ha contrastado con el Mapa de Pobreza 2016 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), donde se pone en evidencia que algunas regiones con altos índices de extrema pobreza como Apurímac, Cajamarca, Pasco, Piura y Puno, muy favorablemente tienen las cuatro primeras un potencial significativo de riqueza minera y Puno, un nivel de riqueza intermedio; consecuentemente, el valor del canon minero en estos departamentos y otros efectos colaterales positivos impulsarán su desarrollo económico.

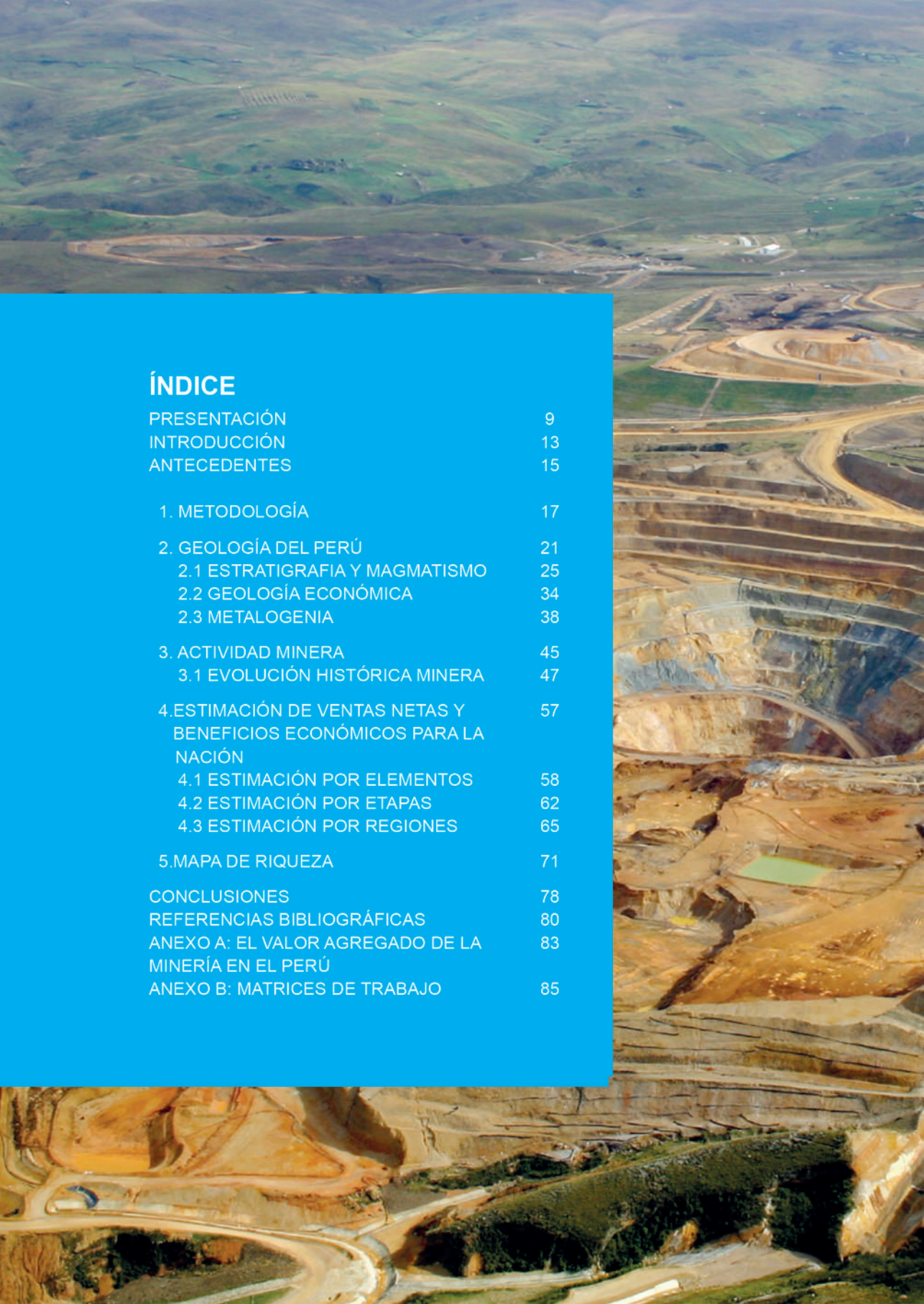
En otras regiones de menor pobreza relativa y tradicionalmente mineras, el potencial de riqueza minera es también importante y a través del canon y otros impactos positivos se conseguirá impulsar aún más sus respectivos desarrollos, como son: Áncash, Arequipa, Cusco, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua y Tacna.

Con la información geológica que se maneja a la fecha, el potencial minero de las regiones Amazonas, Ayacucho, Huancavelica y Huánuco es hasta el momento, relativamente menor en comparación con las otras regiones mineras y como ellas están en niveles altos de pobreza extrema es recomendable que a mediano y largo plazo, el Estado tome en cuenta este aspecto para reorientar la actividad económica en dichas zonas, aun cuando no se descarta poner en evidencia sus posibilidades de encontrar yacimientos a futuro, con mayores investigaciones. En cuanto a las regiones de Loreto, San Martín, Tumbes y Ucayali, ellas prácticamente no tienen actividad minera metálica, debido a su contexto geológico, aún cuando igualmente a futuro no se descarta sus posibilidades de encontrar yacimientos.

Especial mención merece Madre de Dios porque, según el INEI, es una de las regiones de menor pobreza comparable con Lima; y cuyo potencial minero es relativamente bajo, debido a que el único recurso que tiene es el oro, que está en los lechos de los ríos y en las terrazas aluviales, y en la restricción de su explotación por daños ambientales. Ello implica que en el futuro, a mediano y largo plazo, no será sustantivo su aporte de beneficios al Estado, en comparación a otras regiones mineras, y que la explotación sustentable del recurso solamente tendría una orientación social, sin embargo, hay que contrastarlo con el nivel de depredación de la Amazonia, lo cual es evidentemente significativo.

Este estudio será posteriormente complementado por el INGEMMET, con la determinación del potencial minero no metálico, que igualmente tiene una gran importancia económica y social, así como con los recursos energéticos (hidrocarburos en el continente y en la zona marítima) y energía geotérmica. Igualmente, queda pendiente estimar el potencial de metales estratégicos (Co, Cr, Ta, Pt, Ir, Cd, Ge, Ti, V, Li, Sn, etc.), incluyendo tierras raras (La, Ce, Nd, Sa, Y, Lu, etc.). El mensaje para el lector es poner en evidencia cuanta riqueza potencial tenemos y que es plausible de obtenerla, para orientar nuestro desarrollo económico futuro. El orden de las cifras es enorme y da lugar a ver el mañana con optimismo, en el considerando de que logremos poner en valor este potencial, cuya información debe ser de conocimiento de todos los peruanos.

Ing. Oscar Bernuy Verand
Presidente del Consejo Directivo
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico



ÍNDICE

PRESENTACIÓN 9
INTRODUCCIÓN 13
ANTECEDENTES 15

1. METODOLOGÍA 17

2. GEOLOGÍA DEL PERÚ 21
2.1 ESTRATIGRAFIA Y MAGMATISMO 25
2.2 GEOLOGÍA ECONÓMICA 34
2.3 METALOGENIA 38

3. ACTIVIDAD MINERA 45
3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA MINERA 47

4.ESTIMACIÓN DE VENTAS NETAS Y BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LA NACIÓN 57
4.1 ESTIMACIÓN POR ELEMENTOS 58
4.2 ESTIMACIÓN POR ETAPAS 62
4.3 ESTIMACIÓN POR REGIONES 65

5.MAPA DE RIQUEZA 71

CONCLUSIONES 78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 80
ANEXO A: EL VALOR AGREGADO DE LA MINERÍA EN EL PERÚ 83
ANEXO B: MATRICES DE TRABAJO 85

793C
HT 001
CATERPILLAR

INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con ingentes cantidades de recursos minerales, los cuales parte han sido explotados desde hace siglos, yendo en incremento conforme el conocimiento del territorio ha ido en progreso. Actualmente el INGEMMET, cuenta con información geocientífica que permite efectuar una primera estimación del potencial de recursos minerales metálicos que disponemos, complementada con cifras públicas de las compañías mineras que tienen minas en operación en nuestro país y empresas de exploración nacionales y extranjeras que publican sus memorias y del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) respecto de la producción metálica y no metálica.

La importancia de conocer el potencial minero metálico con el que cuenta nuestro país, así como la estimación de los ingresos monetarios que quedan para el Estado, en el considerando de continuar con las operaciones actuales, poner en marcha los proyectos en cartera y los futuros proyectos que se derivan de las exploraciones actuales con Estudios de Impacto Ambiental Semi detallados (EIA-sd) y con Declaraciones de Impacto Ambiental (DIAs), son de especial relevancia, toda vez que el Estado podría contar con recursos económicos que permitan elaborar un debido planeamiento estratégico, en el que se sustente el desarrollo del país, a partir del aprovechamiento minero sustentable y además se puedan definir otros campos de desarrollo en regiones que no cuenten con significativos recursos minerales.

La estimación tanto de recursos minerales, así como de sus ingresos monetarios al Estado, tiene un corte al año 2050. En esta primera versión, solamente se está considerando los recursos minerales metálicos, quedando pendiente la proyección para los recursos no metálicos, energéticos y los metales estratégicos.

Es preciso señalar que se ha revisado información oficial, tanto de fuentes privadas (memorias anuales) como estatales, así como la que cuenta INGEMMET, derivada de los estudios geológicos, geológico-económicos, metalogénicos, catastral minera, entre otros, conformando una base de datos de reservas y recursos: medidos, indicados e inferidos de las operaciones mineras actuales y de los proyectos en cartera, estimación del potencial de los recursos de los yacimientos con estudios de Impacto Ambiental semi-detallados (EIA-sd), y de los prospectos, algunos con Declaración de Impacto Ambiental (DIA), ubicados en un contexto geológico favorable, lo que corresponde a la estimación de las zonas con potencial minero.

Para determinar el ingreso económico de la actividad minera metálica que queda como usufructo para la nación, se ha tomado en cuenta los resultados del estudio desarrollado por el Instituto Peruano de Economía (IPE) y editado por el Instituto de Estudios Energético Mineros (IDEM) en junio del 2017, donde establece que el 28% del valor exportado de los metales que producimos al cual se le ha descontado la maquila y otros, queda como beneficio para el Estado peruano.

En definitiva, el trabajo desarrollado es una primera aproximación para determinar el valor del potencial minero expresado en términos del beneficio económico que queda para el Estado peruano.

Este estudio debe ser constantemente actualizado con los nuevos datos que reporten las empresas en producción, por empresas que conformen nuevos proyectos mineros, por los resultados de las investigaciones que continuará realizando INGEMMET en todo nuestro territorio y especialmente hacia la Cordillera Oriental donde todavía hay un potencial que no ha sido puesto en evidencia; es importante además el aporte de la comunidad geológica nacional e internacional.

ANTECEDENTES

El Perú tiene una larga tradición minera que data desde la época preincaica y fue desarrollada en la época precolombina, cuando se explotaron básicamente depósitos de cobre, estaño, plata y oro. En el virreinato hubo igualmente gran actividad minera y se explotaron básicamente oro, plata, mercurio, entre otros elementos.

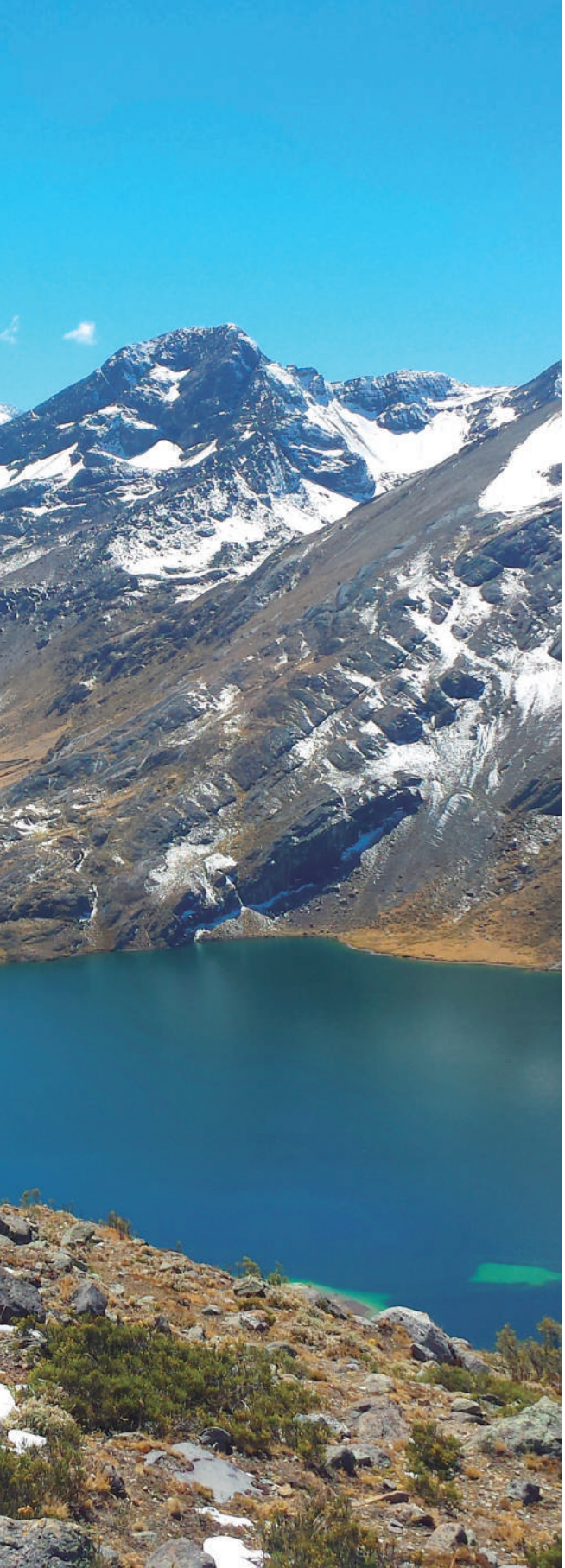
Durante la República se continuaron explotando las minas de plata, oro y otros metales, y en la segunda mitad del siglo XIX destaca el guano y el salitre. Por estas fechas, el naturalista Antonio Raymondi estimó que el Perú tenía un gran potencial de recursos naturales. Durante el siglo XX, se continuaron explotando minas de plata, oro, plomo, zinc y se construyó la refinería de La Oroya.

En la segunda mitad del siglo XX se descubren los grandes yacimientos de Antamina, Michiquillay, Toquepala, Hierro de Marcona, Cuajone, Quellaveco, Tintaya, Toromocho, Cerro Verde y se continuaron explotando los yacimientos mineros ubicados en Áncash, Arequipa, Cajamarca, Cerro de Pasco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lima y Puno. A fines de la década del ‘50 se ponen en marcha Toquepala y las minas de hierro de Marcona; a partir de la década del ‘70 entran en operación Cerro Verde, Cuajone, la refinería de cobre de Ilo y de zinc de Cajamarquilla y se descubren los yacimientos de La Granja, Cañariaco y Tambo Grande. En la década del ‘80 se activa Tintaya y se descubren los yacimientos de oro de Yanacocha, cobre de Quechua y Coroccohuayco.

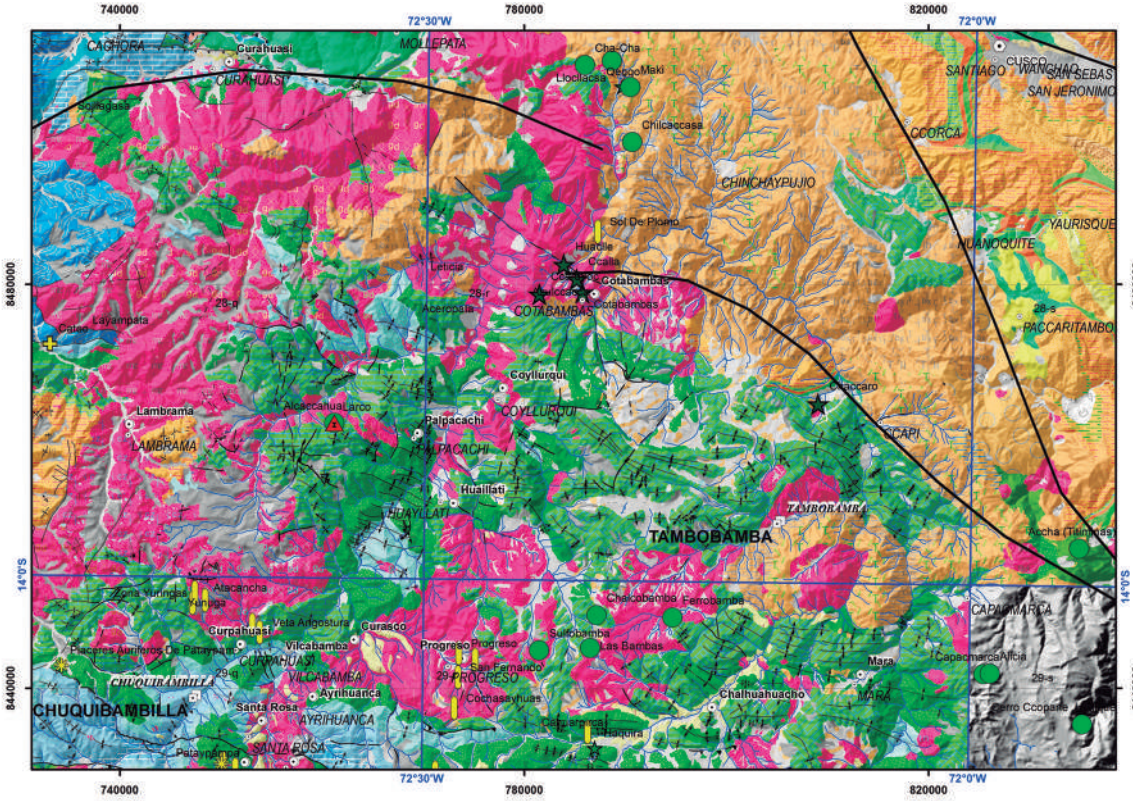
En la década del ‘90 inicia sus operaciones la mina Yanacocha y se descubre el yacimiento epitermal de oro de Pierina, pasando a ser el Perú un importante productor de oro en el mundo. En esta década se dio el denominado “boom” de las exploraciones mineras, producto del cual se descubren nuevos yacimientos como Río Blanco, La Arena, Minas Conga, Galeno, Carpa, Shahuindo, El Toro, Cerro Corona y Cerro Lindo. En la década del 2000, continúa la actividad exploratoria y se descubren nuevos yacimientos como Alto Chicama, Breapampa, Tía María, Mina Justa, Aruntani, Tantahuatay, Los Calatos, Quenamari, Pampa del Pongo, Antapacay, Ollaechea, Crespo, Corani, Zafranal, San Gabriel, Tambomayo, Ananea y El Faique, entre otros. Producto de estos descubrimientos se cuenta con una significativa cartera de proyectos que esperamos sean desarrollados en el corto plazo.

En cuanto a la determinación del potencial minero del Perú se tienen dos ensayos: uno efectuado por Minero Perú S. A. (1974), donde se refiere a la riqueza minera por descubrir, y otro desarrollado por el INGEMMET con más información geológica efectuada en el 2014, donde destaca igualmente el potencial minero, a partir de un procedimiento que sirva como herramienta para realizar una zonificación económica ecológica que pondere adecuadamente nuestra riqueza mineral. Asimismo, en el año 2008, el United States Geological Survey (USGS) realizó un estudio que incluyó tres zonas del Perú, titulado “Quantitative Mineral Resource Assessment of Copper, Molybdenum, Gold, and Silver in Undiscovered Porphyry Copper Deposits in the Andes Mountains of South America”, en el cual estableció que en Sudamérica aún existen 750 millones de toneladas de cobre fino por descubrir, de las cuales 83 millones se encontrarían en el territorio peruano; en lo que se refiere al oro, concluyó que faltan por descubrir 13 millones de toneladas (418 millones de onzas), de las cuales 1960 toneladas (63 millones de onzas) se encontrarían en el Perú. En el presente informe se rebasan largamente estas estimaciones.

Asimismo, en cuanto a la producción minera futura, tomando en cuenta la cartera de proyectos, el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (2013) elaboró el ensayo “El Perú hacia 2062: Pensando juntos al futuro”, con un pronóstico conservador sobre la proyección fiscal, estimando para el año 2024 ingresos recaudados del sector minero del orden de US$ 12,110 millones para el gobierno nacional y de US$ 5,353 millones para los gobiernos subnacionales (canon y regalías). Establece además el concepto de pobreza multidimensional, como aquella que implica privaciones en los servicios de educación, salud y en la calidad de la vivienda; dicho indicador puede ser comparado con los ingresos estimados por la actividad minera.



1. METODOLOGÍA



1. METODOLOGÍA

El presente trabajo de determinación del potencial minero metálico del Perú se sitúa en un contexto donde se tiene vasta información geológica, producto de los trabajos de exploración, estudios técnico-económicos desarrollados por compañías mineras, cuyos resultados se muestran en sus memorias anuales. Se contó además con estudios geocientíficos efectuados por el INGEMMET, que han servido de base para las exploraciones mineras como: mapas geológicos a escalas 1:100,000; 1:50,000, estudios especializados en metalogenia, tectónica y estratigrafía, que han dado lugar a diversos mapas temáticos. Adicionalmente se cuenta con información importante para la determinación del potencial como: mapas catastrales mineros, con la identificación de zonas con mayor concentración de petitorios que identifican zonas de interés prospectivo, mapas de ocurrencias minerales, minas en operación, proyectos mineros en cartera, proyectos de exploración con permisos ambientales semidetallados (contando con el número de plataformas aprobado) y proyectos de exploración con permisos en la categoría de Declaración de Impacto Ambiental aprobados.

La metodología empleada consistió en la construcción de cinco matrices.

- Minas en operación
- Proyectos mineros en cartera
- Recursos mineros inferidos
- Proyectos de exploración con estudios ambientales semidetallados
- Potencial minero

Por cada matriz y yacimiento que corresponde a cada mina en operación, proyectos en cartera y futuros proyectos con estudios de exploración avanzados o iniciales, se estimó la producción anual fina y su valor anual de ventas(1). Se distribuyó en el tiempo la puesta en producción de los futuros proyectos, prospectos, haciendo un corte al año 2050. Para determinar la contribución económica que queda para el Estado se le aplicó el 28 %(2) al valor de ventas correspondiente a cada matriz, año y metal.

La estimación del potencial en muchos casos sobrepasa la producción metálica hasta el 2050, pudiendo extenderse esta, hasta en unas decenas de años más.

(1) Para determinar el valor anual de ventas efectivo por cada metal y yacimiento integrante de las matrices respectivas se le descontó un 15 % al valor de ventas representando ello los costos de fundición, refinación, transporte, entre otros. Este 15 % representa una estimación conservadora de la maquila.

(2) Determinado por el Instituto Peruano de Economía (IPE) y editado por el Instituto de Estudios Energético Mineros (IDEM) en junio de 2017 (Anexo A).

El precio considerado por cada metal al 31 de octubre de 2017, (https://es.investing.com/commodities/), fue:

- Cobre: 6,856 US$/ TMf
- Oro: 41 US$/ gf
- Plata: 540 US$/ kgf
- Plomo: 2,421 US$/ TMf
- Zinc: 3,320 US$/ TMf
- Hierro: 70 US$/ TMf
- Molibdeno: 16,010 US$/ TMf
- Estaño: 19,659 US$/ TMf
- Uranio: 44,100 US$/ TMf (https://fred.stlouisfed.org/series/PURANUSDM)
- Cobalto: 50,000 US$/ TMf (https://tradingeconomics.com/commodity/cobalt).
- Wolframio: 40,000 US$/ TMf (http://www.infomine.com/investment/)
- Litio: 7,500 US$/ TMf (https://www.metalary.com/lithium-price/)

1.1 MINAS EN OPERACIÓN

Para la obtención de las reservas (recursos medidos/indicados) de las minas en actual operación, se ha recurrido a las memorias anuales públicas de las empresas (año 2016 inclusive) para proyectar el número de años de vida de las operaciones mineras. Se calculó por cada año y por cada mina, la producción fina y su valor de venta[1] hasta que se agoten las reservas teniendo como tope el 2050. La matriz tiene 83 yacimientos (anexo B).

1.2 PROYECTOS MINEROS EN CARTERA

Recurriendo a información de las memorias anuales públicas de las empresas, se estimó el año probable de inicio de la operación, la producción en metales finos y su valor de venta[1] por cada año de esta cartera, hasta que se agoten las reservas teniendo como tope el 2050. La matriz tiene 40 yacimientos (anexo B).

1.3 RECURSOS MINEROS INFERIDOS

Para propósitos del potencial minero, se ha prolongado la vida de las operaciones actuales y proyectos en cartera con los recursos inferidos calculados y reportados públicamente por cada empresa. En este caso, también se efectuó el mismo procedimiento de estimación aplicado en los casos anteriores. La matriz tiene 73 yacimientos (anexo B).

1.4 PROYECTOS DE EXPLORACIÓN CON ESTUDIOS AMBIENTALES SEMIDETALLADOS (EIA -sd)

Los proyectos de exploración minera en esta etapa están ya en la fase de nuevo descubrimiento y consecuentemente los trabajos de exploración minera son dirigidos a determinar recursos minerales, considerándose inversiones importantes en exploración. Se ha conformado esta matriz tomando los datos públicos de los proyectos de exploración con permisos ambientales semidetallados que obra en la base de datos pública del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y se ha determinado el tipo de yacimiento, metal estudiado y su potencial de recursos minerales esperado por cada proyecto de exploración, en función a su ubicación georreferenciada, la información geológica de su entorno, franja metalogenética a la que corresponde, cercanía a depósitos conocidos, número de plataformas consideradas en el estudio ambiental semidetallado, concentración de petitorios en su entorno y titular de las concesiones (si ellas corresponden a medianas o grandes empresas, nacionales o extranjeras).

Los EIA-sd considerados son los que han sido aprobados entre los años 2000 y 2017. Inicialmente se obtuvieron 671 proyectos con EIA-sd aprobado; estos fueron filtrados y depurados, descartando los que corresponden a proyectos que están en cartera, proyectos tipo brownfield, modificaciones y ampliaciones, entre otros. De este proceso de depuración, quedaron solamente 128 proyectos, sobre los cuales se ha efectuado la estimación del potencial de los recursos (anexo B).

Este potencial, igualmente, sirve para estimar su valor económico año por año. Se ha considerado en la matriz general que este conjunto de proyectos podría ponerse en marcha en el 2025 (hipótesis normal). Estos recursos son estimados y consecuentemente su valor real puede ser mayor o menor, debido a que existen razones técnicas suficientes como para inferir un potencial por descubrir.

1.5 POTENCIAL MINERO

Tomando como base el contexto geológico favorable, concentración de derechos mineros, ambiente metalogenético favorable, concesiones de interés de empresas por el pago de penalidades, permisos ambientales en la categoría de Declaración de Impacto Ambiental vigente (información pública), cercanía a depósitos conocidos , geoquímica de sedimentos, titular de las concesiones (empresas de la mediana, gran minería, nacionales y/o extranjeras), el estatus de la concesión minera; se han determinado potenciales yacimientos por descubrir referidos a "áreas específicas con probabilidades favorables", por metal, estimando el nivel potencial de recursos minerales (metal fino) en dicha área favorable. La hipótesis de trabajo es que estos potenciales yacimientos por descubrir entrarían a producir en el 2033.

Se estima para el presente trabajo un total de 238 "áreas específicas con probabilidades favorables" (anexo B).

Evidentemente los recursos metálicos estimados en esta matriz son potenciales, por cada zona de interés o zona probable de ocurrencia y por cada metal considerado (otro equipo de geólogos puede estimar preliminarmente otras cifras, mayores o menores al considerado).

La estimación de este potencial se realiza debido a que existen altas probabilidades de descubrir recursos, tomando en cuenta los criterios geológicos mencionados sobre concesiones mineras actualmente vigentes y sobre las cuales en muchos casos están actualmente pagando penalidades significativas de hasta 20 dólares por ha/año, confirmando el alto grado de interés de nuevos descubrimientos.

2. GEOLOGÍA DEL PERÚ

2. GEOLOGÍA DEL PERÚ

El territorio peruano se encuentra en el sector central-occidental de América del Sur, alineado de noroeste a sureste entre los paralelos 0° y 18° 20' de latitud sur y desde la línea de costa hasta la Llanura Amazónica, cubriendo una superficie de 1 285 215 km2, en la que destaca un rasgo morfoestructural importante cual es la Cordillera de los Andes.

Antes de referirnos a la geología del Perú es pertinente situarnos en el contexto mundial y revisar cuáles son los procesos que han conllevado al marco geológico actual, los que están relacionados a una teoría que explica dicha situación y es la denominada "Teoría de la tectónica de placas", la que se fundamenta en que el fondo oceánico está en expansión, produciendo el desplazamiento de placas litosféricas sobre las cuales están erigidos los continentes (Figura 2.1).

La litósfera está dividida en varios bloques, denominados placas, que están en movimiento y cambian continuamente de tamaño y forma. Se reconocen siete placas principales que son la Norteamericana, la Sudamericana, del Pacífico, la Africana, la Euroasiática, la Australiana y la Antártica, la mayor es la placa del Pacífico, que es fundamentalmente oceánica; las placas de menor tamaño son la Caribeña, la de Nazca, la Filipina, la Arábica, la de Cocos, y la de Scotia (Figura 2.2). Las placas litosféricas son rígidas y comprenden la corteza y la parte superior del manto; se mueven sobre la astenósfera, que presenta alta viscosidad y baja rigidez estructural.

La Cordillera de los Andes se extiende longitudinalmente por la parte occidental del continente americano y se constituye en una cadena producto de la interacción por subducción (Figura 2.3), de dos placas tectónicas: la placa de Nazca y la placa Sudamericana, configuración actual producto del desplazamiento de placas que se inició hace 90 millones de años, desde que se tuvo el supercontinente conocido como Pangea. Como consecuencia de la subducción se ha estructurado una corteza continental de hasta 70 km, que se expresa en montañas que se elevan por encima de los 6,000 metros sobre el nivel del mar.

Bajo este contexto han ido ocurriendo procesos geodinámicos en el interior de la Tierra como son magmatismo, tectonismo, los cuales han generado los escenarios para que la mineralización se aloje en las rocas, bajo determinadas condiciones físico-químicas, dando lugar a áreas con importante riqueza mineral, como ocurren en Perú, Chile, Argentina y en general en los Andes.

Así, la Cordillera de los Andes ha sido modelada por acción de los agentes subaéreos que interactúan sobre la superficie rocosa derivada de los procesos orogénicos y que ha dado lugar a imponentes cadenas montañosas separadas por valles longitudinales, individualmente denominadas Cordillera de la Costa, Cordillera Occidental, Cordillera Oriental, Faja Subandina y Llanura Amazónica.

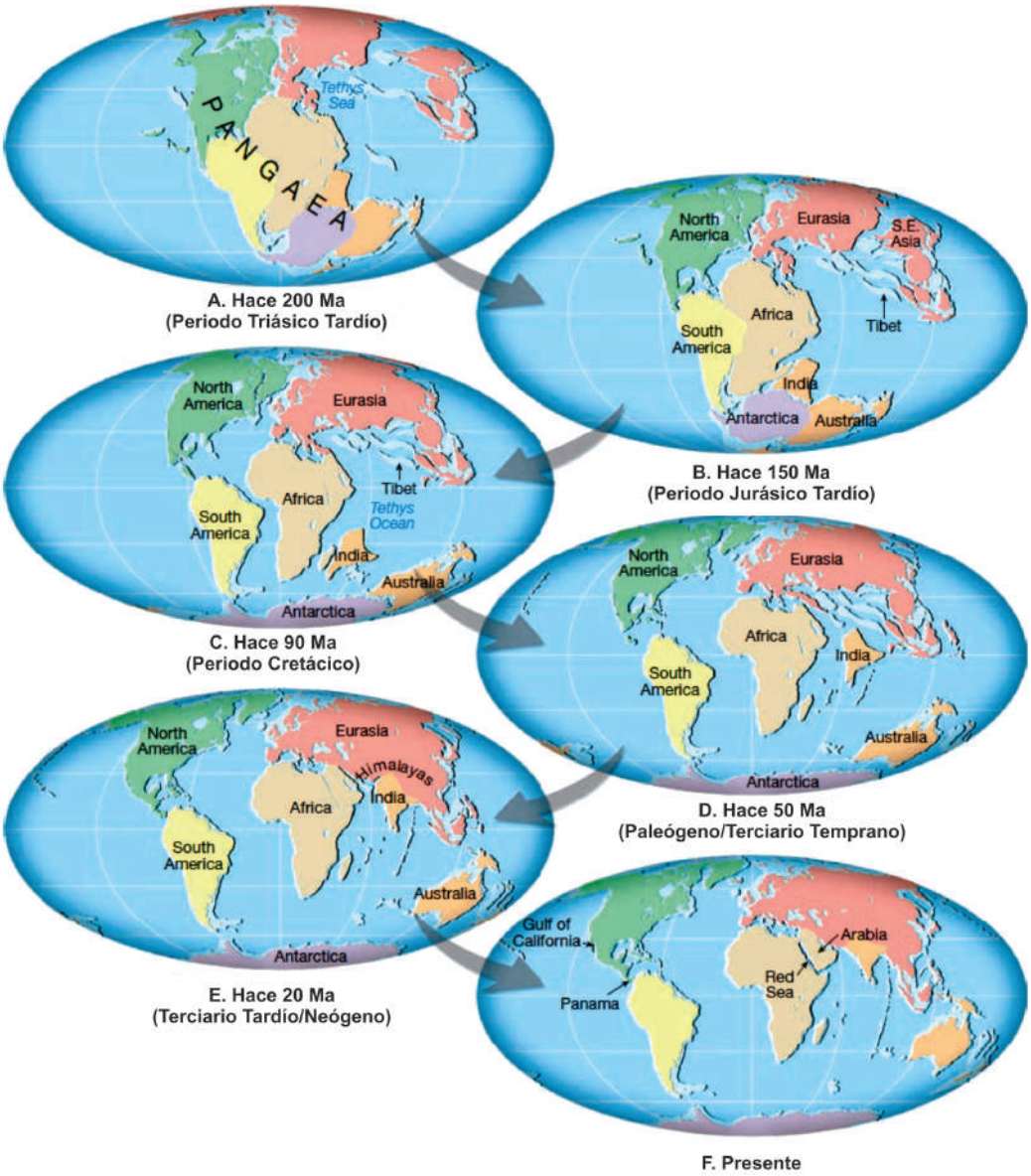


Figura 2.1: Placas litosféricas y evolución de continentes. Tomado de Lutgens & Tarbuck (2012).

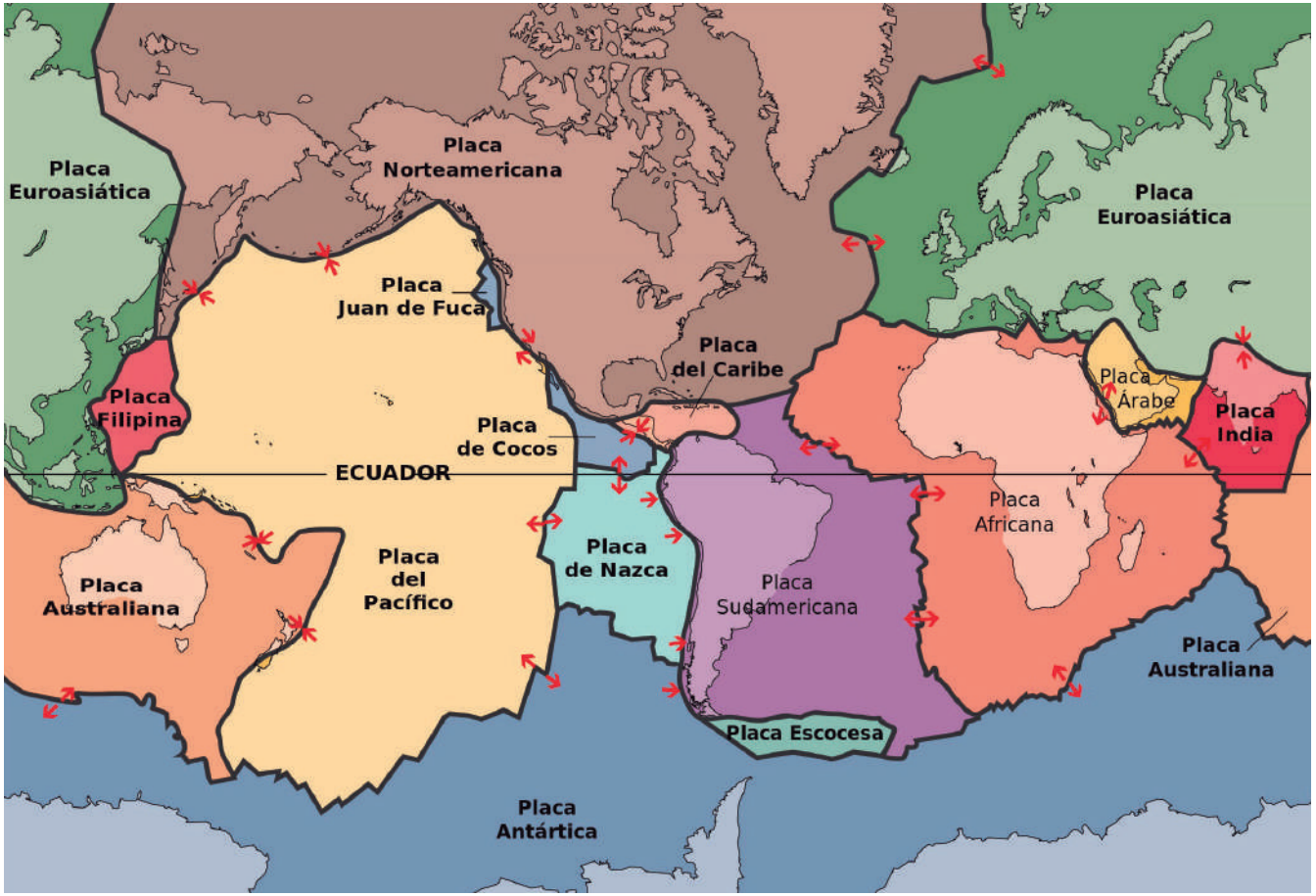


Figura 2.2: Distribución actual de las principales placas tectónicas. Las flechas rojas indican la dirección y sentido de movimiento relativo de dichos bloques. Tomado de Geofrik (2017).

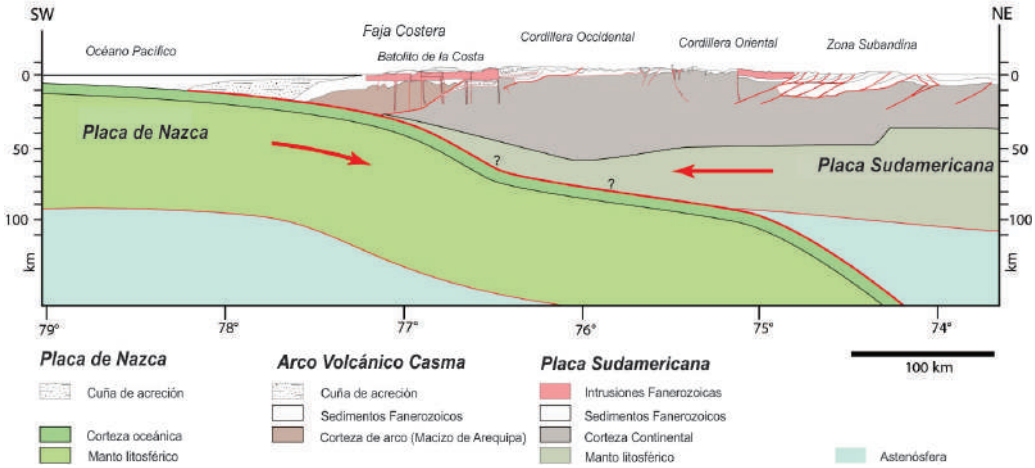


Figura 2.3: Modelo de subducción de placa Sudamericana. Tomado de Pfiffner & González (2013).

21 ESTRATIGRAFÍA Y MAGMATISMO

El presente acápite está basado en la publicación Geología del Perú, elaborada por el INGEMMET (1995), en la cual se sintetizan las características más relevantes de la estratigrafía y magmatismo de nuestro país.

El territorio peruano está formado por una amplia gama de rocas, tanto sedimentarias, volcánicas, como metamórficas, las cuales están atravesadas por cuerpos plutónicos de diversa dimensión, con edades que van desde el Precámbrico al Cuaternario reciente. Nos referiremos preferentemente a las unidades que tengan estrecha relación con los depósitos minerales encontrados a la fecha. Las descripciones de la geología de Perú que se desarrollan líneas abajo están referidas al tiempo geológico en millones de años (Ma), de acuerdo con la clasificación establecida por la Comisión Internacional de Estratigrafía, a través de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional (Figura 2.4); las rocas que se aprecian en el mapa geológico (Figura 2.5) están definidas por su nombre, sea a nivel de Formación o Grupo, tal como han sido asignados en las distintas publicaciones del INGEMMET.

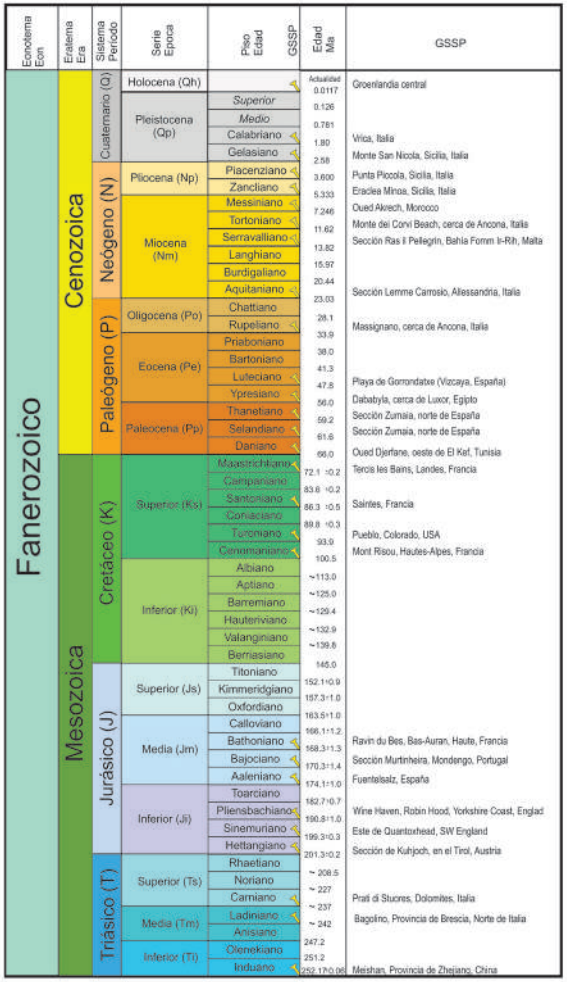
PRECÁMBRICO (4,600 a 541 millones de años)

Las rocas precámbricas constituyen las rocas más antiguas del territorio peruano y están compuestas por un complejo de rocas metamórficas e ígneas.
En el Perú se agrupan en dos series:

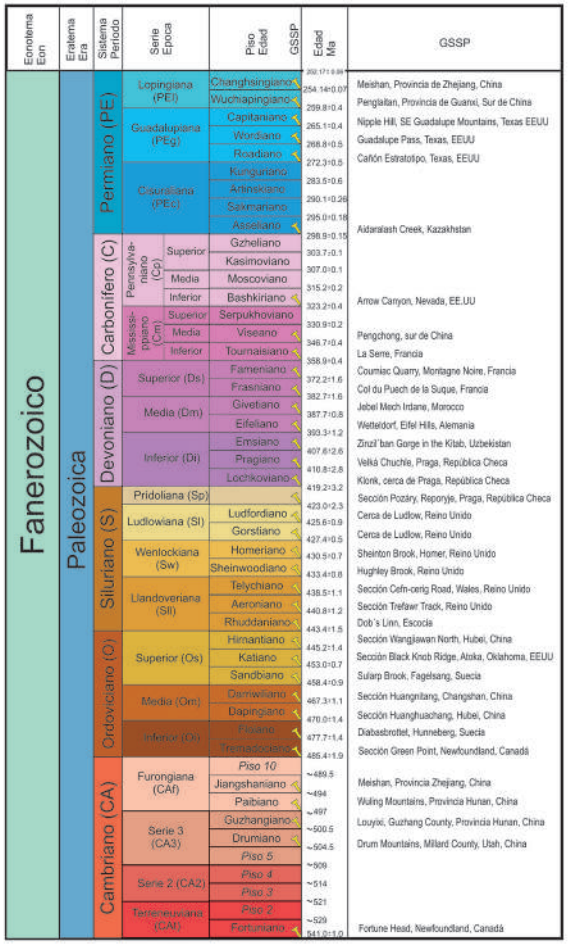
- Cordillera de la Costa con una edad de 600 a 2,000 Ma, conocida como Complejo Basal de la Costa y que se puede observar entre Paracas y Mollendo.
- Serie Metamórfica de la Cordillera Oriental, con una edad de 600 a 640 Ma, ubicada en el oriente peruano y emplazada principalmente entre los ríos Marañón y Huallaga.

La edad de mineralización más antigua que se conoce data de aproximadamente 677 Ma en cromita y gabro (Tassinari et al., 2010) y corresponde al depósito de cromo en Tapo, alojado en rocas intrusivas ultrabásicas de la Cordillera Oriental del centro del Perú. Sin embargo, es probable que otros depósitos correspondan a esta época metalogenética como Tarpuy (Fe alojado en el Complejo Basal de la Costa) y Huancapayac (depósitos de Cu-Ni en secuencias del Complejo Marañón).

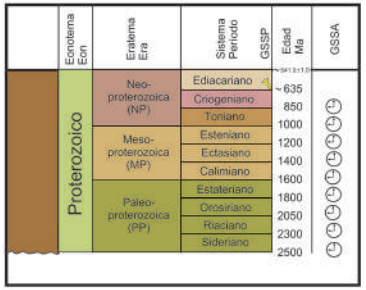
TABLA CRONOESTRATIGRAFICA INTERNACIONAL ADAPTADA 2015



La norma de colores se basa en lo difundido por la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CCGM-IUGS) http://www.ccgm.org



Adaptación por Agapito Sánchez F. y César Chacaltana B. del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)



La definición de Estratotipo Global de Límite (GSSP - Global Boundary Stratotype Section and Point) para la base de los diversos pisos, series, sistemas y eratemas, es una proceso que aún no ha sido completado. Tampoco para los estratotipos de límite de las unidades del Proterozoico, cuya división inicial se fundamentó en una convención de edades absolutas (GSSA - Global Standard Stratigraphic Ages). Los GSSP oficiales se marcan con el símbolo del "Clavo Dorado" (Golden Spike), que también los materializa en el terreno.

El original de la Tabla, más los detalles de los GSSP (criterio de definición de cada uno, localización geográfica y geológica, correlación, etc.), se actualiza regularmente en la web: http://www.stratigraphy.org.

La datación absoluta en millones de años (Ma) las unidades del Fanerozoico, es solo orientativa, en especial para aquellos límites sin GSSP formal (~Ma). Estos números podrán revisarse en el futuro o recalibrarse geocronométricamente. Los valores indicados provienen de Gradstein *et al.*, (*A Geologic Time Scale 2012*), exceptuando las dataciones del Permiano, Triásico y Cretáceo, aportadas por las subcomisiones respectivas de la ICS-IUGS.

La asignación de colores RGB toma como base a la Tabla Cronoestratigráfica Internacional 2015 y los colores asignados a las diferentes edades del mapa geológico al 1: 1,000,000 del INGEMMET.
Estos colores han sido aprobados por el Ingeniero Agapito Sánchez y la Dirección de Geología Regional, para que en base a esta nueva tabla de colores se inicie la estandarización de asignación de colores (RGB) de las etiquetas geológicas.

Diseño de Tabla tomado de K.M. Cohen, S.C. Finney, P.L. Gibbard.
Enero de 2013© International Commission on Stratigraphy (IUGS)

Traducción castellana tomada de J.C. Gutiérrez-Marco para la Nueva Tabla Cronoestratigráfica en español

RGB Adaptado Setiembre 2015

Figura 2.4: Tabla Cronoestratigráfica Internacional.

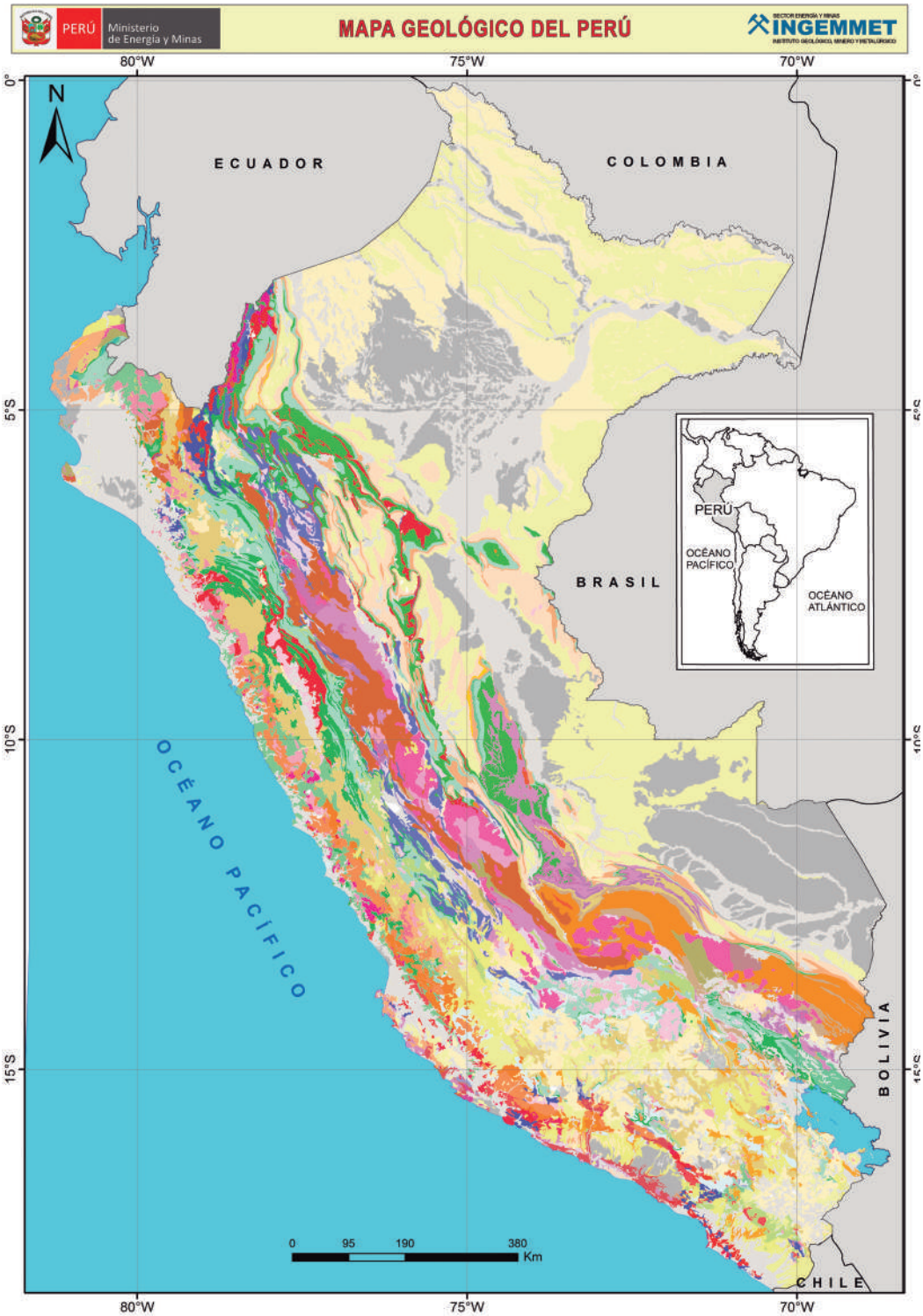


Figura 2.5: Mapa Geológico del Perú.

PALEOZOICO (541 a 252 millones de años)

El Paleozoico se divide en seis eras: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.

Durante el Paleozoico, en la Cordillera Oriental, se formaron depósitos de oro con geometrías vetiformes, lentes y cuerpos, alojados en pizarras y esquistos, probablemente relacionados con los eventos magmáticos del Ordovícico y del Siluro-Devónico (Santo Domingo, Untuca, La Rinconada). Durante el Carbonífero se formaron los depósitos orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu de los distritos mineros de Pataz, Parcoy y Buldibuyo, asociados a un magmatismo 329-a 347 Ma perteneciente al Batolito de Pataz (Haeberlin et al., 2004). En el Pérmico, se formaron yacimientos de tipo pórfido-skarn de Cu-Mo-Zn en la Cordillera Oriental, como Cobriza, relacionado con un granito del Batolito de Villa Azul de 253 ± 11 Ma (Noble et al., 1995).

Cámbrico (541 a 485 millones de años)

Se tiene la denominada Formación Marcona, compuesta por rocas sedimentarias metamorfizadas, en tanto que en Ollantaytambo (Cusco) se presenta una serie volcánico-sedimentaria; secuencias similares fueron identificadas en Choimacota, Ayacucho (Mégard, 1979) y en el Marañón, a las cuales se les asigna dentro de este rango de edades.

Ordovícico (485 a 444 millones de años)

Las mejores exposiciones de rocas ordovícicas se encuentran a lo largo de la Cordillera Oriental extendiéndose a la región subandina. Están constituidas por rocas metamórficas (formaciones San José y Sandia en el sur).
En el flanco oeste de la Cordillera Occidental, en el norte del Perú (Lambayeque y Piura), se presenta una secuencia metamórfica discordante sobre el Complejo de Olmos, la que es identificada como Grupo Salas.

Silúrico (444 a 419 millones de años)

Rocas de esta edad se encuentran aflorando en el sureste del país, desde Vilcabamba en Cusco hasta la frontera con Bolivia, constituyendo la denominada Formación Ananea. En el Altiplano, se tienen rocas sedimentarias que constituyen la Formación Chagrapi, en tanto que en la región subandina del Perú se tienen rocas sedimentarias, algunas metamorfizadas, que corresponden a la Formación Cancañiri.

Devónico (419 a 359 millones de años)

En el altiplano se tiene la Formación Lampa, que junto a la Formación Chagrapi conforman el Grupo Cabanillas. Tienen significativa importancia económica pues alberga un gran número de yacimientos de oro orogénico, entre los que figuran: Ananea, La Rinconada, Capac Orcco, Untuca y Santo Domingo; dichos depósitos constituyen la fuente para la formación de los depósitos tipo placer.

En el Perú central, rocas de esta edad constituyen el denominado Grupo Excélsior. En la costa sur, se disponen las formaciones Torán y Cocachacra. En los flancos andinos noroccidentales entre Olmos, Huancabamba y Motupe se distribuye la Formación Río Seco. En el noroeste del Perú, en los Cerros Amotapes, ocurre la Formación Cerro Negro.

Carbonífero (359 a 299 millones de años)

El Carbonífero está representado por rocas del Grupo Ambo, que se expone a lo largo de la región andina oriental, desde el Lago Titicaca hasta el valle del río Marañón (Huánuco); también llega a exponerse en la costa sur y en el noroeste del Perú. Comprende rocas sedimentarias clásticas; incluye localmente rocas volcánicas, como ocurre en las localidades de Carhuamayo en Puno y Paracas en Ica.

Rocas del denominado Grupo Tarma se encuentran distribuidas a lo largo de la vertiente oeste de la Cordillera Oriental, desde la localidad de Muñani (Puno) hasta Ambo en Huánuco. En esta unidad litológica se emplaza el yacimiento de cobre-plata-bismuto Cobriza.
En Pataz y en el norte de la Cordillera Oriental, el marco regional está caracterizado por un extenso plutonismo representado por el Batolito de Pataz, donde ocurren yacimientos orogénicos con mineralización de oro y plata, como es el caso del El Gigante, cuyas vetas también tienen como roca caja a rocas del complejo Marañón.

Pérmico (299 a 252 millones de años)

El Grupo Copacabana está constituido principalmente por calizas y se distribuye en la Cordillera Oriental, extendiéndose desde la frontera con Bolivia hasta Leimebamba (Amazonas), tiene sus mejores exposiciones en el departamento de Puno, en el nevado de Ampay (Cusco) y en Huanta.

Asimismo, se tiene al Grupo Mitu, que consiste en una secuencia volcánico-sedimentaria de color gris medio rojiza que aflora a lo largo de los Andes entre los 8° y 16° de latitud sur. En el cerro Iscay (Juliaca), la secuencia volcánica es conocida como Grupo Iscay, alcanzando un buen desarrollo. En la costa sur, entre Atico y Ocoña, se presenta solo la secuencia sedimentaria.

Un cuerpo intrusivo que merece ser destacado es el Plutón de Coasa, ubicado en Macusani (Puno), que intruye las series carbonatadas de los grupos Tarma y Copacabana produciendo skarns.

MESOZOICO (252 a 66 millones de años)

Durante esta época se depositaron rocas volcano-sedimentarias hacia el sector más occidental (Faja Costanera), además de rocas sedimentarias en la parte central de la cuenca.

Triásico (252 a 201 millones de años)

Rocas de esta edad son de tipo sedimentaria carbonatada y constituyen el denominado Grupo Pucará, el cual tiene una relativa continuidad desde el Ecuador hasta el Perú central, extendiéndose hasta Andahuaylas, Abancay y Chuquibambilla en Apurímac. Estas rocas sirvieron como hospedantes para la mineralización de zinc-plomo, constituyendo un importante metalotecto para depósitos tipo MVT, como es el caso de los yacimientos San Vicente, Shalipayco, Pichita Caluga, Tambo María, Ulcumayo, Bongará, entre otros.

Jurásico (201 a 145 millones de años)

En esta época se siguieron depositando rocas sedimentarias del Grupo Pucará, ampliamente distribuidas en el territorio peruano.

En la costa sur, el Jurásico está representado por rocas volcánicas (Formación Junerata), que afloran en Tacna. En Arequipa, el Jurásico inferior está constituido por los volcánicos de la Formación Chocolate, que incluyen niveles de caliza.

El Jurásico medio aflora en el Perú central, es representado por una secuencia que constituye la continuación de la sedimentación de calizas del Grupo Pucará. Entre Huancavelica, Abancay y Ayacucho es conocida como Formación Chunumayo.

En el sur del Perú, en Arequipa, el Jurásico medio está representado por la Formación Socosani, consistente de calizas grises, cubierta por la Formación Puente del Grupo Yura, la cual incluye rocas sedimentarias clásticas; en tanto que hacia la costa se disponen rocas volcánicas conocidas como formaciones Guaneros y Jahuay. Hacia el suroeste peruano se distribuyen rocas sedimentarias y volcánicas, conocidas como Formación Chocolate.

En el sur del Perú, se formaron yacimientos tipo pórfido Cu-Mo como Tía María, y depósitos de Fe-Cu-Au como Marcona y Mina Justa, relacionados con el magmatismo del Jurásico medio-superior de ~165-160 Ma (Clark et al., 1990).

Cretácico (145 a 66 millones de años)

El Cretácico está bien desarrollado en el territorio peruano y expone secuencias sedimentarias completas en las regiones norte y central de los Andes, las cuales se distribuyen a manera de franjas plegadas de rumbo noroeste-sureste.

A. Cretácico Inferior (145 a 100.5 millones de años)

Las primeras rocas sedimentarias de esta edad conforman el denominado Grupo Goyllarisquizga, el cual ha sido dividido en cuatro formaciones: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, de mayor a menor antigüedad.

Durante esta época también se formaron los depósitos de hierro-cobre-oro (IOCG), como Raul Condestable, Eliana y Monterrosas y Mina Justa, así como el skarn magnésico de Pampa de Pongo.

En el noroeste del Perú (Piura), en los flancos de las montañas Amotape y en la cuenca Sullana-Lancones, se distribuyen rocas sedimentarias calcáreas de las formaciones Pananga y Muerto. Hacia el sector cordillerano de Piura, la estratigrafía es volcánico-sedimentaria, similar al Grupo Casma. La secuencia comprende a las formaciones Las Lomas y Lancones.

En el sur del Perú continuaron los depósitos sedimentarios de las formaciones Arcurquina en Arequipa, Ferrobamba en Abancay-Andahuaylas, Yuncaypata en Cusco y las calizas Ayavacas en Puno. En Apurímac, los tres mayores depósitos de pórfidos de cobre-molibdeno (Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba) se localizan en la denominada Franja Andahuaylas-Yauri; la roca hospedante para la mineralización de skarn es la Formación Ferrobamba.

En el Cretácico inferior en el norte del Perú, se formaron los sulfuros masivos volcanogénicos de Cu-Zn-Au en un ambiente marino con magmatismo toleítico como Tambo Grande (104 Ma).

B. Cretácico superior (100.5 a 66 millones de años)

El Cretácico superior también comprende numerosas y variadas secuencias litológicas de norte a sur.

En el Cretácico superior, entre Tacna y Moquegua, se desarrolla una intensa actividad volcánica representada por el Grupo Toquepala, el cual tiene sus mejores afloramientos en las minas de Toquepala, Quellaveco y Cuajone; la edad del grupo se considera del Cretácico superior al Paleógeno

inferior. Su importancia como metalotecto está demostrada debido a la presencia de mineralización de cobre y molibdeno, asociada a los intrusivos del Batolito de la Costa (franja cuprífera). Se tienen también pequeños pórfidos de Cu-Mo relacionados con el Batolito de la Costa como Zafranal, Aguas Verdes, Lara, Puquio y Puca Corral.

Durante el Cretácico superior-Paleoceno en la costa centro y norte del Perú, teniendo como roca hospedante al Grupo Casma, se formaron depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS) de Pb-Zn-Cu alojados en niveles volcánicos calcoalcalinos, como Cerro Lindo, Palma, Leonila Graciela, Aurora Augusta y María Teresa con edades de mineralización entre 70 y 63 Ma (Injoque, 2002). También se formaron depósitos epitermales de Au-Ag en la cuenca Lancones como Bolsa del Diablo, Alvarado, Servilleta, Pilares, Suyo, entre otros.

CENOZOICO (66 millones de años hasta la actualidad)

Paleógeno (66 a 23 millones de años)

En los Andes septentrionales, entre el Eoceno superior y el Mioceno inferior, se depositaron rocas volcánicas del Grupo Calipuy, el cual se extiende por el norte hasta Cajamarca y las serranías de Piura, y por el sur hasta la Cordillera Negra y toda la parte oriental del departamento de Lima. Las series equivalentes al Grupo Calipuy, en los cursos superiores de los ríos Santa Eulalia, Rímac y Lurín, corresponden al Grupo Rímac, la Formación Colqui y el volcánico Millotingo. Más al sur, en la parte occidental del departamento de Huancavelica y en el este del departamento de Ica, el equivalente de la serie inferior del Grupo Calipuy es el Grupo Sacsaquero. El Grupo Castrovirreyna que corresponde a la serie superior del Grupo Calipuy yace discordante sobre el Grupo Sacsaquero.

En el sur, el Grupo Tacaza yace sobre el Grupo Moquegua inferior y/o las capas rojas Huanca. Hacia el flanco este y el Altiplano yace discordante sobre el Grupo Puno. El Grupo Tacaza aflora extensamente en el área de Puno, partes altas de Arequipa, Moquegua y Tacna y en la parte occidental del Cusco y sur de Apurímac; es conocido como un metalotecto, ya que alberga mineralización aurífera, argentífera y polimetálica.

En Cajamarca, sobre el Grupo Calipuy, se tiene a los volcánicos Huambos, los que a su vez yacen las secuencias lacustres de las formaciones Cajabamba y Condebamba. Entre la sierra de La Libertad y Áncash, sobre el Grupo Calipuy, se encuentran los volcánicos Fortaleza y Yungay, constituidos por tobas riolíticas a dacíticas. En la parte oriental del departamento de Lima, el equivalente a los volcánicos Fortaleza y Yungay son los volcánicos Huarochirí. Sobre los volcánicos Huarochirí se encuentran los volcánicos Pacococha, conformando la parte superior de la secuencia volcánica del Paleógeno-Neógeno.

En la parte occidental del departamento de Huancavelica y oriente de Ica, sobre la Formación Castrovirreyna, se ubican los volcánicos de la Formación Caudalosa del Paleógeno superior.
Entre Nazca y Puquio se extienden grandes altiplanicies formadas por tobas blanquecinas conocidas como volcánicos Nazca, de edad del Mioceno.

Sobre el Grupo Tacaza, entre Arequipa, Moquegua, Tacna y Puno, se encuentra una serie de rocas volcánicas del Huaylillas y el Grupo Maure. Al norte de Santa Lucía en Puno, entre los grupos Tacaza y Barroso, se ubican los volcánicos Sillapaca, compuestos por lavas andesíticas. El Grupo Barroso, vinculado a aparatos volcánicos, cierra la secuencia volcánica del Paleógeno-Neógeno de la región andina, estando sus afloramientos ampliamente distribuidos en la Cordillera del Barroso. Las rocas de este grupo constituyen un metalotecto de interés, debido a que alberga importantes yacimientos epitermales de oro y plata.

El Paleoceno-Eoceno fue una época muy importante y prolífica para la formación de grandes pórfidos Cu-Mo en el sur del Perú como Cuajone, Toquepala, Cerro Verde y Quellaveco, entre 61 y 53 Ma. En el Eoceno se emplazaron los últimos intrusivos del Batolito de la Costa que estaban conformados por tonalitas y granodioritas que alojan mineralización mesotermal de Au-Cu-Pb-Zn en Áncash, Huancavelica y Ayacucho.

La formación de grandes pórfidos de Cu-Mo y ocurrencias polimetálicas durante el Paleoceno-Eoceno estuvo controlada por el sistema de fallas Incapuquio. Sin embargo, a pesar de que el control estructural fue decisivo para la ubicación y geometría de los pórfidos de esta edad, no fue un factor determinante para su origen.

El Eoceno tardío-Oligoceno corresponde a una época metalogenética fértil, donde se formaron importantes yacimientos tipo pórfidos-skarn de Cu-Mo (Au-Zn) como Las Bambas, Tintaya, Cotabambas, Katanga y depósitos de Cu-Au-Fe con edades de mineralización entre 42 y 30 Ma relacionados con intrusivos del Batolito Andahuaylas-Yauri.

En la faja subandina del centro y norte del Perú se formaron depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn de edad probable del Eoceno-Mioceno, donde se encuentran San Vicente, Shalipayco, Bongará y Soloco. Durante este periodo, también se formaron depósitos epitermales de Au-Ag y polimetálicos de Pb-Zn-Cu (Ag), en la Cordillera Occidental del centro del Perú.
La mineralización de Sn-Cu-W que se formó en el Altiplano oriental del sur del Perú se relaciona con un magmatismo peraluminoso del Oligoceno-Mioceno. Otros eventos volcánicos de esta época dieron origen a depósitos epitermales de Ag-Pb-Zn.

El Mioceno se caracteriza por ser una importante época metalogenética ya que es la más prolífica, dado que se formaron depósitos epitermales a lo largo de toda la Cordillera Occidental del Perú como yacimientos de clase mundial en el norte como Yanacocha, Pierina, Lagunas Norte. En el sur, Caylloma, Arcata, Ares, Selene, Orcopampa, Santa Rosa, Arasi, entre otros. En la parte norte y centro del Perú se formaron pórfidos de Cu-Mo (Au) como Michiquillay, La Granja, Río Blanco, El Galeno, Cerro Corona y skarns de Pb-Zn-Cu (Ag) como Antamina, Uchuchacua, Iscaycruz. En esta edad se formaron los depósitos epitermales y polimetálicos de Cerro de Pasco (~ 14.5-10.9 Ma, Baumgartner et al., 2006) y Colquijirca (10.6–10.8 Ma, Bendezú et al., 2003).

Al final, durante el Mioceno-Plioceno, se emplaza el Batolito de la Cordillera Blanca en el norte del Perú, relacionado con la mineralización de W-Cu de Pasto Bueno. Esta actividad también formó depósitos epitermales de Au-Ag en la Cordillera Occidental del centro y sur del Perú.

Neógeno-Cuaternario (23 millones de años hasta la actualidad)

En el Llano Amazónico, los depósitos aluviales pleistocénicos y recientes corresponden a paleodrenajes, que se extienden formando amplias llanuras. El oro aluvial como el que se tiene en Madre de Dios conforma este tipo de depósitos, como consecuencia de la erosión de vetas de oro existentes en los sectores cordilleranos.

Depósitos minerales en el tiempo geológico

En la Figura 2.6, se aprecian los principales depósitos minerales ubicados de acuerdo con su emplazamiento en el tiempo geológico, destacando los depósitos de oro de Pataz, Parcoy, Buldibuyo, con más de 300 millones de años, así como el de cobre-plata de Cobriza, con más de 250 millones de años. Los depósitos de hierro de Marcona y Hierro Acarí, en el rango entre 100 y 200 Ma; los depósitos de cobre del sur con edades menores a 140 Ma, en tanto que los del norte son menores a 20 Ma. Los depósitos de plomo-zinc son menores a 100 Ma, en tanto que los de estaño y wolframio son menores a 20 Ma.

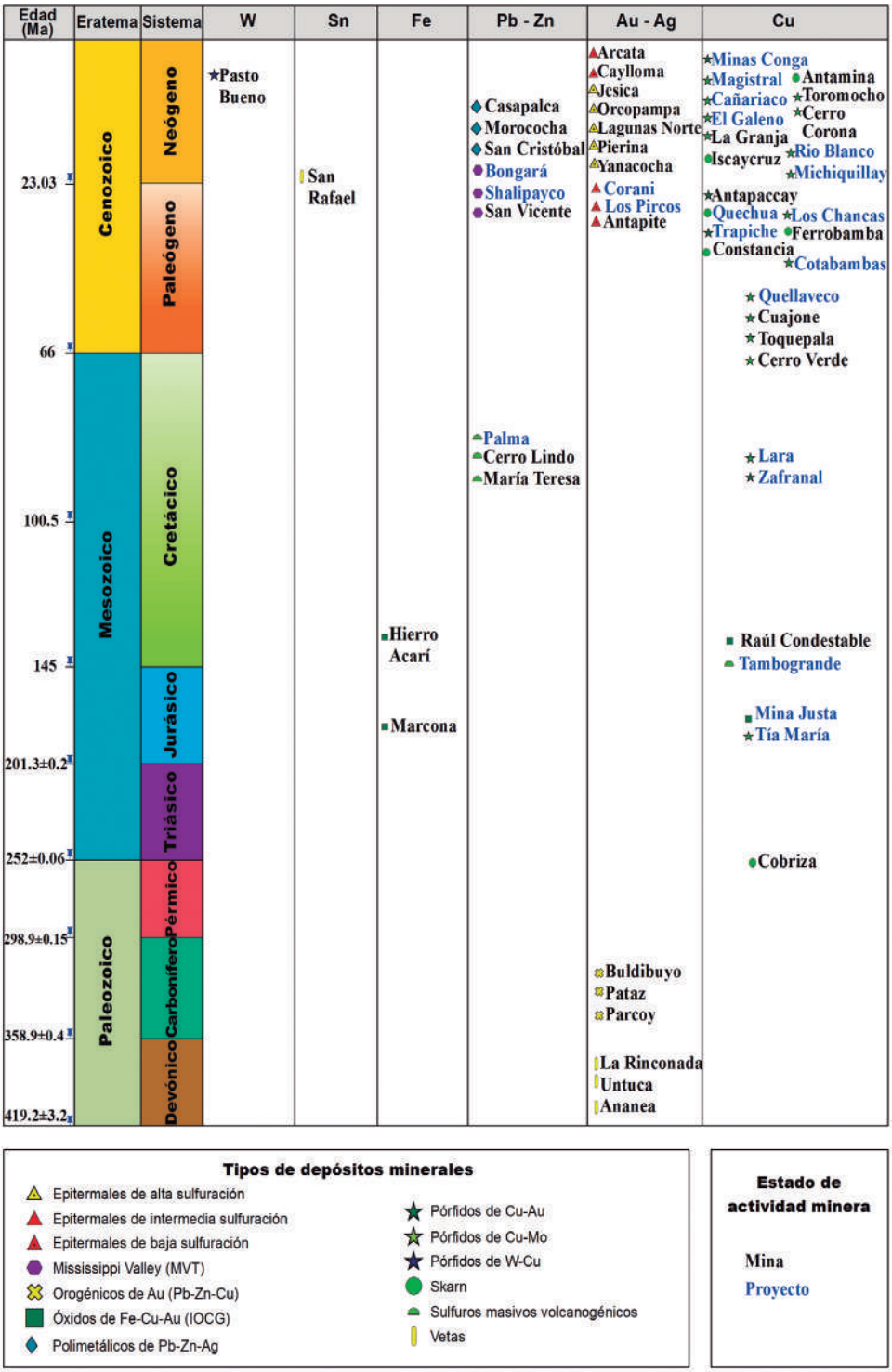


Figura 2.6 Depósitos minerales y su ubicación en el tiempo geológico.

2.2 GEOLOGÍA ECONÓMICA

PROCESOS DE MINERALIZACIÓN

Los procesos de mineralización que se han dado en la Cordillera de los Andes son de tipo hidrotermal principalmente y comprenden sistemas de mineralización tipo pórfido-epitermal, pórfido-skarn y aquellos relacionados a intrusivos (Figura 2.7). Los depósitos epitermales pueden ser de alta, baja e intermedia sulfuración y en el caso de los skarn pueden ser proximales o distales e incluso pueden estar relacionados con cuerpos de reemplazamiento.

Pórfidos de cobre

Los sistemas tipo pórfido de cobre se definen como grandes volúmenes de rocas alteradas hidrotermalmente (1-10 km^3) que tienen en el centro stocks de pórfidos de cobre que también contienen skarns, cuerpos de reemplazamiento, epitermales de alta e intermedia sulfuración y mineralización de metales preciosos (Figura 2.8).

Es el más importante tipo de depósito, siendo la definición del United States Geological Survey (2010), la siguiente:

> Los depósitos de pórfido de cobre consisten en minerales de cobre diseminados y minerales de cobre en vetas y brechas que están distribuidos de manera relativamente uniforme en grandes volúmenes de roca, formando un alto tonelaje (más de 100 millones de toneladas), de ley baja a moderada (0.3-2 por ciento de cobre).

Son la fuente de cobre más importante del mundo, ya que representan más del 60 % de la producción mundial anual de cobre y alrededor del 65 % de los recursos de cobre conocidos. En el Perú, igualmente, la principal fuente de cobre son los pórfidos y los de tipo skarn. Lo mismo ocurre con el potencial de cobre, el que está albergado en este tipo de yacimientos.

Los pórfidos son también una fuente relevante de otros metales, especialmente molibdeno, oro y plata. A pesar de sus leyes relativamente bajas, la explotación de los depósitos de pórfido de cobre, tienen un gran impacto social y económico debido a su gran tamaño (comúnmente de cientos de millones a miles de millones de toneladas métricas), a la larga vida de las minas y la gran escala de las operaciones mineras.

Los depósitos de pórfidos de cobre fueron el primer tipo de depósito mineral metálico explotado por métodos de minería a cielo abierto a gran escala a principios del siglo XX, una técnica de minería de bajo costo ya que se adaptó a otros depósitos minerales de gran tonelaje y baja ley (por ejemplo, oro y plata).

La mineralización de cobre en el Perú se encuentra alojada principalmente en yacimientos tipo pórfido y skarn, estando distribuida en tres franjas metalogenéticas que corresponden a la de pórfidos Cu-Mo del Paleoceno (Quellaveco, Cuajone, Toquepala, Cerro Verde), pórfidos-skarn de Cu-Mo-Au del Eoceno-Oligoceno (Antapaccay, Quechua, Constancia, Los Chancas, Ferrobamba, Cotabambas) y pórfidos-skarn Cu-Au del Mioceno (Acosta, 2010), como Minas Conga, Magistral, Cañariaco, El Galeno, La Granja, Antamina, Toromocho, Río Blanco, Michiquillay. En la Figura 2.8 se aprecia la distribución de los depósitos de cobre en el mundo, limitándolos hacia la vertiente occidental de Sudamérica.

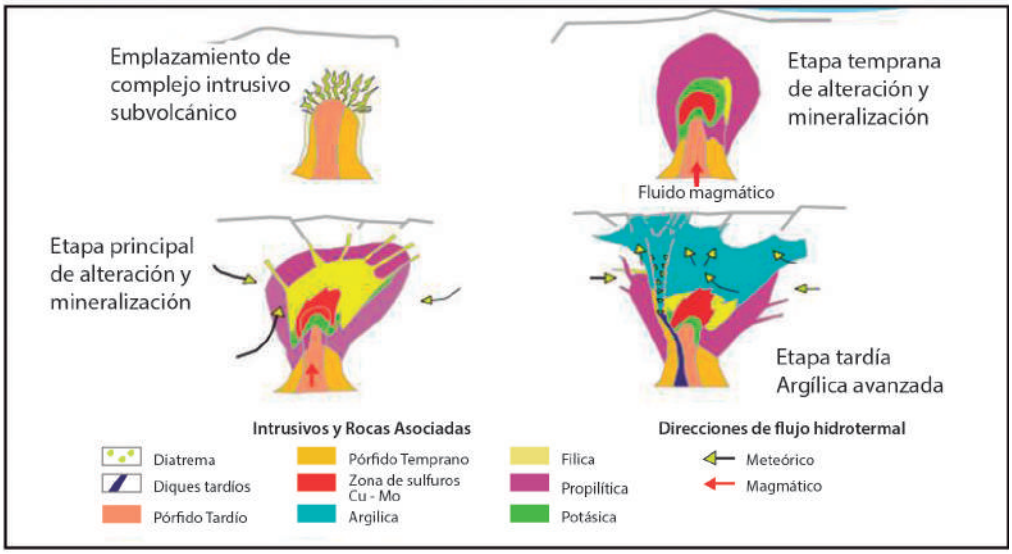


Figura 2.7: Modelo clásico de evolución de los sistemas porfiríticos (Makzaev, 2007).

Figura 2.8: Distribución de depósitos de cobre en el mundo (United States Geological Survey, 2016).

Depósitos epitermales-mineralización de oro

Son aquellos en los que la mineralización ocurrió dentro de 1 a 2 km de profundidad desde la superficie terrestre y se depositó a partir de fluidos hidrotermales calientes (Figura 2.9). Los fluidos se estiman en el rango de <100 °C hasta unos 320 °C y durante la formación del depósito estos fluidos hidrotermales pueden alcanzar la superficie como fuentes termales, (White & Hendesquist, 1995).

Los depósitos epitermales se encuentran de preferencia en áreas de volcanismo activo alrededor de los márgenes activos de continentes o arcos de islas y los más importantes son los de metales preciosos (Au, Ag), aunque pueden contener cantidades variables de Cu, Pb, Zn, Bi, entre otros. La mineralización de oro se encuentra distribuida principalmente en tres franjas metalogenéticas. La más joven es del Mioceno y tiene depósitos tipo epitermales de Au-Ag de alta, baja e intermedia sulfuración. En el norte destacan actualmente las minas de Yanacocha, Lagunas Norte y Pierina y en el sur Orcopampa, Arasi y otras cerradas como Tukari y Santa Rosa. La franja del Cretácico superior se caracteriza por alojar depósitos de oro relacionado con intrusivos. En esta franja se encuentran las minas de San Juan de Chorunga, Caravelí, Orión, entre otras. La franja más antigua es del Carbonífero-Pérmico, los yacimientos son de tipo orogénico donde se hallan operaciones como Parcoy, Retamas y Poderosa.

Además de mineralización tipo epitermal, destaca la presencia de oro en depósitos tipo placer, como la que ocurre en Madre de Dios.

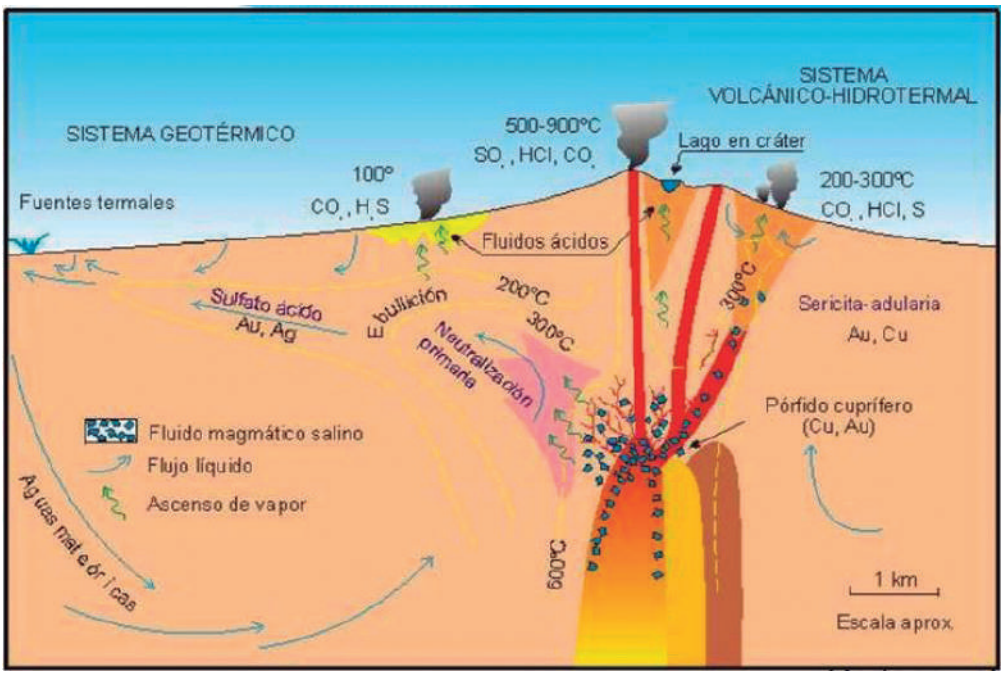


Figura 2.9: Modelo genético de los depósitos epitermales (White & Hendesquist, 1995).

Depósitos tipo skarn

Se entiende por skarn a rocas que contienen minerales calcosilicatados, tales como: diópsido, wollastonita, granate andradita y actinolita. Estas comúnmente ocurren en aureolas metamórficas de contacto en torno a plutones que intruyen secuencias calcáreas.

A este tipo de rocas metamórficas se asocia un variado grupo de depósitos minerales que pueden formar lenguas de mena, que se extienden a lo largo de cualquier estructura planar (estratificación, diaclasas, fallas, etc.) y su distribución dentro de la aureola de contacto de un intrusivo es a menudo caprichosa. La producción principal de depósitos de tipo skarn incluye: Fe, Cu, W, C (grafito), Zn, Pb, Mo, Sn, U, Au, granate, talco y wollastonita (Sillitoe, 2010). Ejemplos: Yacimientos de cobre de Ferrobamba, Antamina, Tintaya, etc.

Yacimientos tipo IOCG (Iron Oxide Copper Gold Ore Deposits)

Se denomina así a los yacimientos con mineralización de cobre y oro constituidos por abundantes óxidos de hierro, asociados a sulfuros de Fe-Cu ± Au, Ag, U, REE, CO_3, F, Ba, Mo, Bi, Co. Se localizan en márgenes continentales o cratónicos proterozoicos. Se pueden originar en numerosos ambientes geológicos y tectónicos donde ha ocurrido extensión cortical, alto flujo calórico y actividad ígnea, relacionados con magmatismo calcoalcalino y alcalino-carbonatitas o asociados a plutones dioríticos oxidados (Groves et al., 2010). Ejemplos: Mina Justa, Pampa de Pongo, Marcona.

Yacimientos tipo VMS (Volcanic-Associated Massive Sulfide)

Corresponden a cuerpos estratiformes o lenticulares de sulfuros presentes en unidades volcánicas o en interfaces volcánico-sedimentarias depositadas originalmente en fondos oceánicos, formados por emanaciones de fluidos hidrotermales asociadas a volcanismo submarino. Contienen cantidades variables de Cu, Pb, Zn, Ba, Au y Ag, siendo típicamente depósitos polimetálicos (Galley et al., 2007). Ejemplos: Raúl Condestable, Tambogrande.

Yacimientos tipo MVT (Mississippi Valley Type)

Son yacimientos que ocurren típicamente en rocas carbonatadas. Normalmente el contenido de zinc supera al plomo, y la ley conjunta es inferior al 10 %. Estos yacimientos se formaron con posterioridad al depósito de las rocas carbonatadas, ya sea durante la etapa diagenética o una posterior, por efecto de soluciones salinas originadas en la propia secuencia sedimentaria, y con aportes de aguas meteóricas (Higueras y Oyarzun, 2012). Ejemplos: Bongará, San Vicente.

Yacimientos tipo placer

Se trata de yacimientos secundarios formados por concentración mecánica de ciertos minerales tras la denudación de los yacimientos primarios. El mineral ha sido removido de su lugar de origen y aparece asociado a otros materiales diferentes a los que componían la roca madre. Los placeres auríferos son quizás los más conocidos entre este tipo de depósitos, pero los depósitos minerales considerados son: casiterita, cromita, columbita, cobre, diamantes, granate, oro, ilmenita, magnetita, monacita, platino, rubí, rutilo, zafiro, xenotima y circón (Colley, 1992).

2.3 METALOGENIA

Estudios realizados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET) identifican a escala regional 25 franjas metalogenéticas (Cuadro 2.1), de las cuales el mayor porcentaje ha evolucionado durante el "Ciclo Andino". Las edades de mineralización de los depósitos han sido establecidas en épocas y tipos de depósitos, representándolas en franjas metalogenéticas, donde tienen su mayor expresión desde el Paleozoico hasta el Cuaternario (Figura 2.10).

Cuadro 2.1
Franjas metalogenéticas

Franja metalogenética	Metales
I. Franja de Au en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico	Oro
II. Franja de depósitos orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu del Carbonífero-Pérmico	Oro, plomo, zinc y cobre
III. Franja de depósitos de U-W-Sn-Mo, Au-Cu-Pb-Zn relacionados con ntrusivos y pórfidos- skarn de Cu-Ag del Pérmico Triásico	Uranio, wolframio, estaño, molibdeno, oro, cobre, plomo, zinc
IV. Franja de pórfidos Cu-Mo del Jurásico medio	Cobre, molibdeno
V. Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del Jurásico medio–superior	Cobre, hierro, oro
VI. Franja de pórfidos y skarns de Cu-Au del Jurásico superior	Cobre, oro
VII. Franja de sulfuros masivos volcanogénicos de Cu-Zn-Au del Jurásico superior-Albiano	Cobre, zinc, oro
VIII. Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del Cretácico inferior	Cobre, hierro, oro
IX. Franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusiones de Cretácico-superior	Oro, plomo, zinc, cobre
X. Franja de pórfidos de Cu-Mo del Cretácico superior	Cobre, molibdeno
XI. Franja de sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu del Cretácico superior-Paleoceno	Plomo, zinc, cobre
XII. Franja de epitermales de Au-Ag del Cretácico superior-Paleoceno	Oro, plata
XIII. Franja de pórfidos de Cu-Mo y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones del Paleoceno-Eoceno	Cobre, molibdeno
XIV. Franja de depósitos de Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusiones del Eoceno	Oro, cobre, plomo, zinc
XV. Franja de pórfidos-skarns de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusiones del Eoceno-Oligoceno	Cobre, molibdeno, oro, zinc
XVI. Franja de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno	Plomo, zinc
XVII. Franja epitermales de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos del Eoceno-Oligoceno-Mioceno	Oro, plata
XVIII. Franja de epitermales de Au-Ag del Oligoceno	Oro, plata
XIX. Franja de depósitos de Sn-Cu-W relacionados con intrusivos del Oligoceno-Mioceno y epitermales de Ag-Pb-Zn (Au)	Estaño, cobre, wolframio; Plata, plomo, zinc, oro
XX. Franja de pórfidos de Cu-Mo (Au), skarns de Pb-Zn-Cu (Ag) y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones del Mioceno	Cobre, molibdeno, oro; plomo, zinc, cobre, plata
XXI Franja de epitermales de Au-Ag del Mioceno	Oro, plata
XXI-A. Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas	Oro, plata
XXI-B. Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas sedimentarias	Oro, plata
XXI-C. Depósitos polimetálicos con superposición epitermal	Oro, plata
XXII. Franja de depósitos de W-Mo-Cu relacionados con intrusivos del Mioceno superior	Wolframio, molibdeno, cobre
XXIII. Franja de epitermales de Au-Ag del Mio-Plioceno	Oro, plata

2.31 Rasgos estructurales

La evolución estructural de los Andes peruanos está marcada por sucesivas fases de deformación regional que fueron migrando de oeste a este, reconociéndose las siguientes:

1. Fase Mochica, consistente en un acortamiento en el Cretáceo inferior.

2. Fase Peruana, considerada como compresiva al cambiar la sedimentación marina del Jurásico-Cretácico inferior a una sedimentación continental en el Cretácico superior.

3. Fase Inca es atribuida a una fase de mayor deformación que desarrolló la Faja Plegada-Corrida del Marañón en la Cordillera Occidental, durante el Eoceno medio a superior.

4. Fase Quechua, reconocida dentro de la Faja Corrida Subandina, dentro del Neógeno.

Como consecuencia de estas distintas fases de deformación que han afectado los Andes, la mayoría de los sistemas de fallas que controlan las franjas metalogenéticas en el centro y sur del Perú tienen orientación principalmente NO-SE, conformando los denominados dominios geotectónicos (Figura 2.11). Entre los sistemas de fallas reconocidas como permo-triásicas se puede mencionar a Cerro de Pasco-Ayacucho, Satipo-Pangoa-San Francisco, Abancay-Andahuaylas-Totos-Licapa, Puyentimari, Tamburco-Patacancha y Urcos-Sicuani-Ayaviri.

Otros sistemas de fallas de igual categoría son los que se extienden a lo largo del Batolito de Pataz, así como los sistemas de fallas Punre-Canchis-Magistral y Cordillera Blanca, en el norte del Perú. En el sector central occidental destacan los sistemas de fallas Chonta, Churín-San Mateo, Tapacocha y Conchao-Cocachacra, en tanto que en el sur del Perú se tienen a los sistemas de fallas Ica-Islay-Ilo, Cincha-Lluta, Incapuquio, Abancay-Condoroma-Caylloma y Cusco-Lagunillas-Mañazo.

Definitivamente, es importante tener en cuenta los procesos que han dado lugar a estos sistemas de fallas, dado que muchos de estos están relacionados con la distribución de la mineralización.

2.3.2 Metalotectos

Este término se refiere a una determinada característica geológica que se cree ha jugado un rol en la concentración de uno o más elementos (o sustancias minerales) y ha contribuido a la formación de depósitos minerales; pudiendo ser estructural o litológico.

Los principales metalotectos para la margen andina central (Perú) corresponden a casi todas las edades geológicas, pero particularmente desde el inicio de la subducción andina (Jurásico-Cretáceo-Paleógeno), con generación de magmatismo en el borde de la placa, emplazamiento y depositación de los yacimientos minerales; ello a medida que evolucionaba la corteza continental, diferenciándose y extrayendo los metales de la zona de fusión cortical.

Para el Perú, las principales franjas metalogenéticas corresponden a depósitos de cobre (pórfidos/skarns) para la zona sur y norte, oro para el norte, sur y Cordillera Oriental, así como depósitos polimetálicos para la zona central.

El desarrollo de las investigaciones metalogenéticas en nuestro territorio contribuyen al conocimiento y origen de los metales, su distribución espacial y temporal, tomando en cuenta la estratigrafía, tectónica y la geoquímica de magmas, lo que permite desarrollar conceptos para la predicción de yacimientos de clase mundial, especialmente en aquellos terrenos sin evidencias superficiales (ciegos). En el Cuadro 2.2 se describen las principales fajas, edades, metalotectos y yacimientos principales en el Perú.

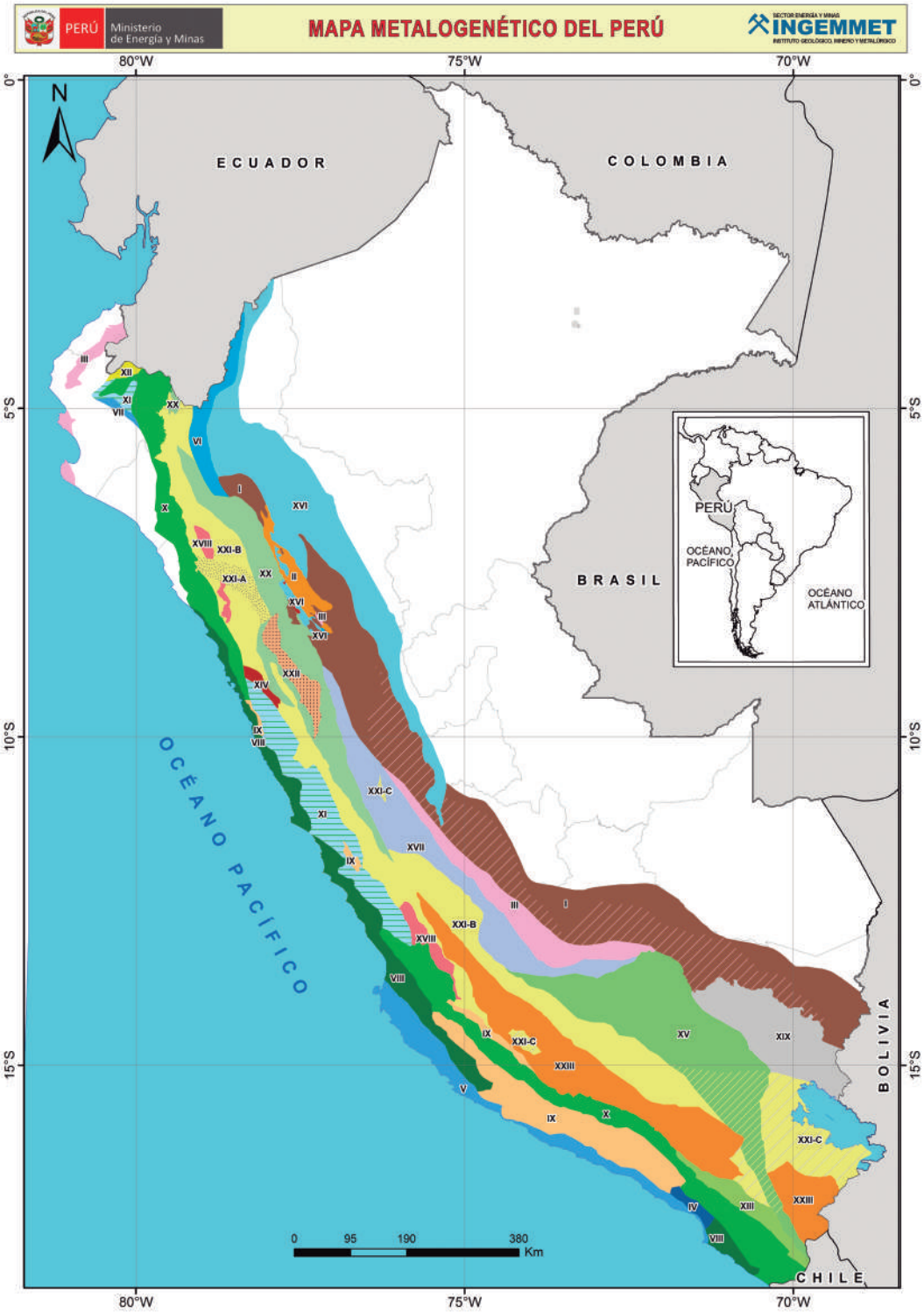


Figura 2.10 Mapa metalogenético del Perú.

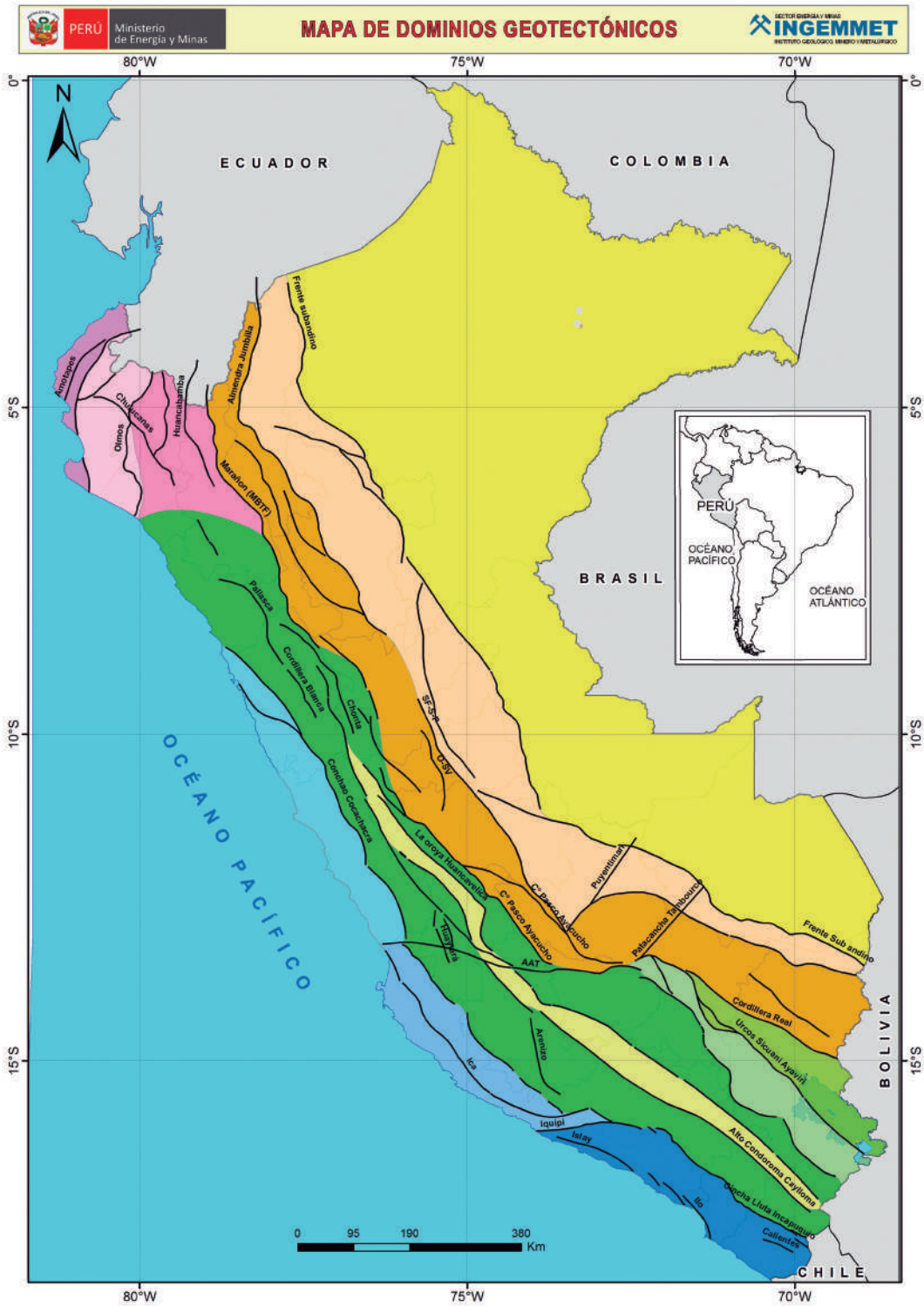


Figura 2.11 Mapa de dominios geotectónicos.

Cuadro 2.2. Principales metalotectos del Perú (I)

Franja Metalogenética		Edad	Metalotecto	Yacimientos asociados
I	Franja de Au en rocas metasedimentarias	Ordovícico - Siluro-Devónico	Formaciones Sandia-Ananea	Ananea, La Rinconada, Capac Orcco, Untuca, Manco Capac, Santo Domingo y los prospectos Ccori, Ivan Tercero y Choquetacarpo. También hay Au en la zona de Suches, junto a la frontera con Bolivia, hasta Yani y Conde-Auqui.
II	Franja de depósitos orogénicos de Au-Pb-Zn- Cu	Carbonífero - Permiano	Batolito Pataz	La Lima, El Tingo, Pataz, Parcoy, Buldibuyo y Gigánte
III	Franja de depósitos de U-W-Sn-Mo, Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusivos y pórfidos-skarn de Cu-Ag	Pérmico-Triásico	Intrusivos Permo-Triasicos, Sistema Urcos-Sicuani-Ayaviri	Cobriza, Huachón, Minasnioc, San Judas Tadeo,
IV	Franja de pórfidos Cu-Mo del Jurásico medio	Jurásico	Intrusivos Cretáceo-Jurásicos; Punta Coles-Ilo	Marcona, Mina Justa y Rosa María,
V	Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG) del Jurásico medio–superior	Jurásico medio-superior	Río Grande, Jahuay, Guaneros	Mina Justa, Marcona, Pampas de Pongo, Hierro Acari, Hierro Morrito, Canicora y Rosa María,
VI	Franja de pórfidos y skarns de Cu-Au del Jurásico superior	Jurásico medio-superior	Formación Guaneros, Batolito Punta Coles	Nambija, Napintza, Cumay, Guaysini y Frutos del Norte, Tía María, La Tapada, La Llave, Rosa María, El Tambo, Huaquillas y Hualatán
VII	Franja de sulfuros masivos volcanogénicos de Cu-Zn-Au del Jurásico superior-Albiano	Jurásico superior-Cretáceo inferior	Cuenca Lancones; Volcánicos Ereo	Tambo Grande, Huaquillas, Hualatán y El Tambo
VIII	Franja de depósitos de Cu-Fe-Au (IOCG)	Cretáceo inferior	Grupo Casma, Formación Guaneros	
IX	Franja de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusiones de Cretáceo superior	Cretáceo superior-Paleoceno	Super unidades Linga-Tiabaya-Bella Unión, Cuenca Lancones; Formación San Lorenzo, Sistema de Fallas Cincha-Lluta	Cerro Ballena y en Canta, Lomada, Caracol, Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga. y Lajas
X	Franja de pórfidos de Cu-Mo	Cretáceo superior	Batolito de la Costa, Sistema de Fallas Cincha-Lluta	Horquetas, Curi, Lagartos, Chancadora, Cascajo, Río Blanco, Marcahui, Duraznillo, Puquio, Cuco, Durazno, Aguas Verdes, Lara, Tibillos, Zafranal y Angostura
XI	Franja de sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu	Cretácico superior-Paleoceno	Cuenca Lancones, Formación La Bocana; Grupo Casma, Sistema Tapacocha y Conchao-Cocachacra	El Papayo, Cerro Colorado y Potrobayo, María Teresa, Aurora Augusta, Leonila-Graciela (Perubar), Cerro Lindo, Palmas y Balducho
XII	Franja de epitermales de Au-Ag	Cretáceo superior-Paleoceno	Cuenca Lancones; Pluton Las Lomas y Peña Blanca, volcánicos Lancones.	Bolsa del Diablo(Au-Ag), Potrero, Suyo y Pilares Servilleta (Au-Ag)
XIII	Franja de pórfidos de Cu-Mo y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones	Paleoceno-Eoceno	Grupo Toquepala, Superunidad Yarabamba, Falla Incapuquio-Cincha -Lluta	Cerro Verde, Cerro Negro, Chapi, Los Calatos, Cuajone, Toquepala y Quellaveco
XIV	Franja de depósitos de Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusiones	Eoceno	Pórfidos eocenos, tonalitas y granodioritas	La Cantera, Virahuanca, Tres Minas y Chuncas.
XV	Franja de pórfidos-skarns de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusiones	Eoceno-Oligoceno	Batolito Andahuaylas-Yauri, fallas Urcos-Sicuani-Ayaviri, Cusco-Lagunillas-Mañazo, Abancay-Andahuaylas-Totos-Chincheros-Licapa y Abancay-Condoroma-Caylloma, Batolito de Challaviento, Sistema de Fallas Incapuquio-Challaviento	Tintaya, Antapaccay,Corocohuaycco, Quechua, Katanga, Las Bambas (Ferrobamba, Sulfobamba y Chalcobamba), Los Chancas, Cotabambas, Trapiche, Lahuani, Antilla, Morosayhuas y en Tacna Chipispaya (Cu-Au)

Cuadro 2.2. Principales metalotectos del Perú (II)

Franja Metalogenética		Edad	Metalotecto	Yacimientos asociados
XVI	Franja de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn	Eoceno-Mioceno	Tarma, Grupo Pucara, sistema de fallas NO-SE Satipo-Pangoa-San Francisco	San Vicente, Piñón, Sillapata, Huacrash-Aynamayo, Puntayacu, Pichita Caluga, Cascas, Ninabamba, Raymondi Sur, Tambo María, Pampa Seca, San Roque, Bolívar, Soloco, Ulcumayo, Shalipayco y Bongará.
XVII	Franja epitermales de Au-Ag del Eoceno y depósitos polimetálicos	Eoceno-Oligoceno-Mioceno	Grupo Pucara, sistemas de fallas; La Oroya-Huancavelica y Cerro de Pasco-Ayacucho	Quicay, Pariajirca, El Porvenir (Milpo), Atacocha, Raulito, Rondoní, Patashmina y Huancamina, así como, el pórfido-skarn de Vinchos, Machcán, Anita, Asunción, Chanchamina
XVIII	Franja de epitermales de Au-Ag	Oligoceno	Grupo Calipuy	Salpo, San Pedro, Paredones, Coshuro, Lucero, Los Pircos, Mishahuanca, Antapite, Pampa Andino y Ticrapo
XIX	Franja de depósitos de Sn-Cu-W relacionados con intrusivos y epitermales de Ag-Pb-Zn (Au)	Oligoceno-Mioceno	Stocks peraluminosos "tipo S" y fallas NO-SE Urcos-Sicuani-Ayaviri	San Rafael, Palca 11 y Santo, Domingo y Corani
XX	Franja de pórfidos de Cu-Mo (Au), skarns de Pb-Zn-Cu (Ag) y depósitos polimetálicos relacionados con intrusiones	Mioceno	Grupo Goyllarizquisga, Pucara, Calizas Cretáceas, Formación Jumasha, Inca, Chúlec, Pariatambo e intrusivos porfiríticos de composición monzoníticos, sistemas Chonta y Punre-Canchis-Magistral	Michiquillay, Chailhuagon, Perol, Aurora Patricia,El Galeno, La Granja, Cañariaco, Parón y Magistral; Perol-Chailhuagon y Cerro Corona, Chungar, Iscaycruz, El Galeno, Magistral, Pachagón, Chamis, Colpayoc, Cascabamba, San José, La Arena, Alto Dorado, Pashpap, Los Latinos, El Toro, El Extraño, Río Blanco, Toromocho
XXI-A	Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas	Mioceno	Sistema de Fallas Cerro de Pasco-Ayacucho y La Oroya-Huancavelica; y fallas E-O del sistema Abancay-Andahuaylas-Totos-Chincheros-Licapa, Cincha-Lluta, Incapuquio, Abancay-Condoroma-Caylloma y Cusco-Lagunillas-Mañazo.	Quiruvilca, Pierina, Tamboraque, Quesquenda (Alto Chicama), Quiruvilca, Alto Dorado, Matala, Macón y Alto Cruz-Ticas, Chipmo (Orcopampa), Poracota, Arasi, Calera, Caylloma, Cerro de Pasco, Colquijirca, Selene, Julcani, Palomo, San Genaro, Huachocolpa, Caudalosa Grande, Caudalosa Chica, Ares, Shila y Paula y Santa Rita
XXI-B	Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas sedimentarias	Mioceno	Grupo Goyyarisquizga: Formación Chimú	Alto Chicama (Lagunas Norte), La Virgen, Santa Rosa, Rosario de Belén y Shahuindo.
XXI-C	Depósitos polimetálicos con superposición epitermal	Mioceno	Fallas N-S del sistema Cerro de Pasco-Ayacucho, Grupo Tacaza, Formación Ayabacas, Sistema de Fallas Incapuquio, Condoroma-Caylloma y Cusco-Lagunillas-Mañazo.	Tacaza, Santa Bárbara, Berenguela, Mina los Rosales, Quello Quello y San Antonio de Esquilache
XXII	Franja de depósitos de W-Mo-Cu relacionados con intrusivos	Mioceno superior	Batolito de la Cordillera Blanca, stock cuarzo monzonítico de Consuzo, formaciones Chicama y Chimú, Sistema de Fallas de la Cordillera Blanca	Bueno, Mundo Nuevo, Nueva California, Lacabamba y Señor de la Soledad, Pasto Bueno
XXIII	Franja de epitermales de Au-Ag	Mioceno-Plioceno	Sistemas de fallas Chonta, Abancay-Condoroma-Caylloma y Cincha-Lluta	Arcata, Recuperada, Terciopelo, Santa Barbara (Huancavelica), Picomachay, Carhuarazo, Pucamarca, Tucari y Santa Rosa, Mazo Cruz, Huilacollo, San Gabriel Tucari, Corihuarmi, Huamanrazo, Palla Palla, Baños del Indio

P&H
DT HI-LOAD
793D
101

3. ACTIVIDAD MINERA

3. ACTIVIDAD MINERA

La actividad minera en el Perú data de varios siglos.
En la segunda mitad del siglo XX, se descubren los grandes yacimientos de Antamina, Michiquillay, Toquepala, Hierro de Marcona, Cuajone, Quellaveco, Tintaya, Toromocho, Cerro Verde y se continuaron explotando los yacimientos mineros ubicados en Áncash, Arequipa, Cajamarca, Cerro de Pasco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lima y Puno. A fines de la década del '50 se pone en marcha Toquepala y las minas de hierro de Marcona. A partir de la década del '70 se pone en operación Cerro Verde, Cuajone, la refinería de cobre de Ilo y de zinc de Cajamarquilla y se descubren los yacimientos de La Granja, Cañariaco y Tambo Grande. En la década del '80 se ejecuta Tintaya y se descubren los yacimientos de oro de Yanacocha y cobre de Quechua y Coroccohuayco.

En la década del '90 inicia sus operaciones la mina de Yanacocha y se descubre el yacimiento epitermal de oro de Pierina, pasando a ser el Perú un importante productor de oro en el mundo. En esta década se dio el denominado boom de las exploraciones mineras, producto del cual se descubren nuevos yacimientos como Alto Chicama, Río Blanco, La Arena, Minas Conga, Galeno, Carpa, Shahuindo, El Toro, Cerro Corona, Cerro Lindo, etc. En la década del 2000, continúa la actividad exploratoria y se descubren nuevos yacimientos como Breapampa, Tía María, Mina Justa, Aruntani, Tantahuatay, Los Calatos, Quenamari, Pampa del Pongo, Antapacay, Ollaechea, Crespo, Corani, Zafranal, San Gabriel, Tambomayo, Ananea, entre otros. Producto de estos descubrimientos se cuenta con una significativa cartera de proyectos que esperamos sean puestos en marcha en el corto plazo.

Se tuvieron siempre operaciones a lo largo del tiempo y estas se han ido incrementando, constituyendo al presente un soporte fundamental para la marcha económica de la nación. En este sentido, es de esperar que los proyectos en cartera sean puestos en operación en el corto plazo y se concreten en proyectos viables muchos de los yacimientos que están en exploración avanzada (EIA-sd), cuya puesta en valor reemplazará a aquellos yacimientos que se van agotando en el mediano plazo; del mismo modo muchos de los proyectos de exploración inicial (DIA), ubicados en áreas con mayor probabilidad de ocurrencia, significarán el descubrimiento de nuevos depósitos minerales que reemplazarán sucesivamente a las operaciones que se vayan agotando, en el largo plazo.

La clave en este proceso es seguir incentivando a las empresas para que vayan constantemente efectuando exploraciones y de esta forma se asegure la generación de riqueza minera futura. Muchos de los proyectos con exploración avanzada (con EIA-sd) cuentan con estimación de recursos. Con respecto a los proyectos con exploración inicial (DIA), algunos de estos tendrán resultados positivos, que se irán confirmando conforme avancen las exploraciones.

El motor principal para seguir descubriendo nuevos depósitos minerales está en esta etapa de exploración inicial DIA. En los últimos 17 años se han registrado 4,300 DIA (o su equivalente) y se han tenido 671 EIA-sd que ha dado origen a una parte de la cartera de proyectos y otros que están en proceso de definir recursos.

3.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA MINERA

Minas en operación

En los mapas de las figuras 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4, se muestran sucesivamente las operaciones en el tiempo, hasta el actual mapa de operaciones mineras.

Hasta 1950 la explotación de minas peruanas correspondía a escalas de explotación pequeña y mediana. Es desde ese entonces cuando se marca una diferencia al poner en evidencia y explotación los grandes depósitos como Toquepala (cobre) y Marcona (hierro). En las décadas siguientes se van trabajando otros depósitos grandes como Cuajone, Cerro Verde, Tintaya, Cobriza y ampliando operaciones como Cerro de Pasco, continuando además las explotaciones a escala mediana y pequeña.

En la década del '80 se comienza a descubrir los yacimientos epitermales de oro de baja sulfuración como Yanacocha y a partir de la década del '90, producto del boom de las exploraciones, se ubican más depósitos de oro y otros metales, poniéndose en ejecución los yacimientos de Pierina, Lagunas Norte, Aruntani, Cori Huarmi, La Zanja, Breapampa, Pucamarca, Tambomayo, Shahuindo, entre otros.

En cuanto a los depósitos de cobre, zinc, plata, se ponen en marcha La Arena, La Virgen, Antamina, Cerro Lindo, Cerro Corona, Constanza, Toromocho. Muchas de las operaciones de la mediana minería continúan su explotación como: Alpacay, Inmaculada, Capitana, Apumayo, San Rafael, Reliquias, Raúl Condestable, Carahuacra, Casapalca, Santander, Chungar, Huarón, Marcapunta Norte, Iscaycruz, Mañay, Uchucchacua, Quiruvilca, Poderosa, Alpamarca, Culebrillas, Retamas, Parcoy, Huanzalá, Pachapaqui, Raura, Atacocha, El Porvenir, Colquijirca, Morococha, San Vicente, Julcani, Catalina Huanca, Orcopampa, entre otros.

Proyectos Mineros

En los mapas de las figuras 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8, se aprecian los proyectos mineros que aún no están en producción, tal y como se han ido descubriendo a través del tiempo, arribando al mapa de proyectos en cartera (Figura 3.9), que incluye además los proyectos en etapa de exploración avanzada y áreas potenciales.

Si relacionamos al actual mapa de operaciones, con el de proyectos, y el de catastro minero, se establece que aún hay zonas con un interesante potencial minero metálico por descubrir, teniendo en cuenta además que las empresas están reteniendo concesiones con el pago de penalidades de hasta 20 US$/ha/año. A ello se suma las áreas aún por explorar en la Cordillera Oriental, donde INGEMMET a partir del 2018 realizará investigaciones geológico-económicas.

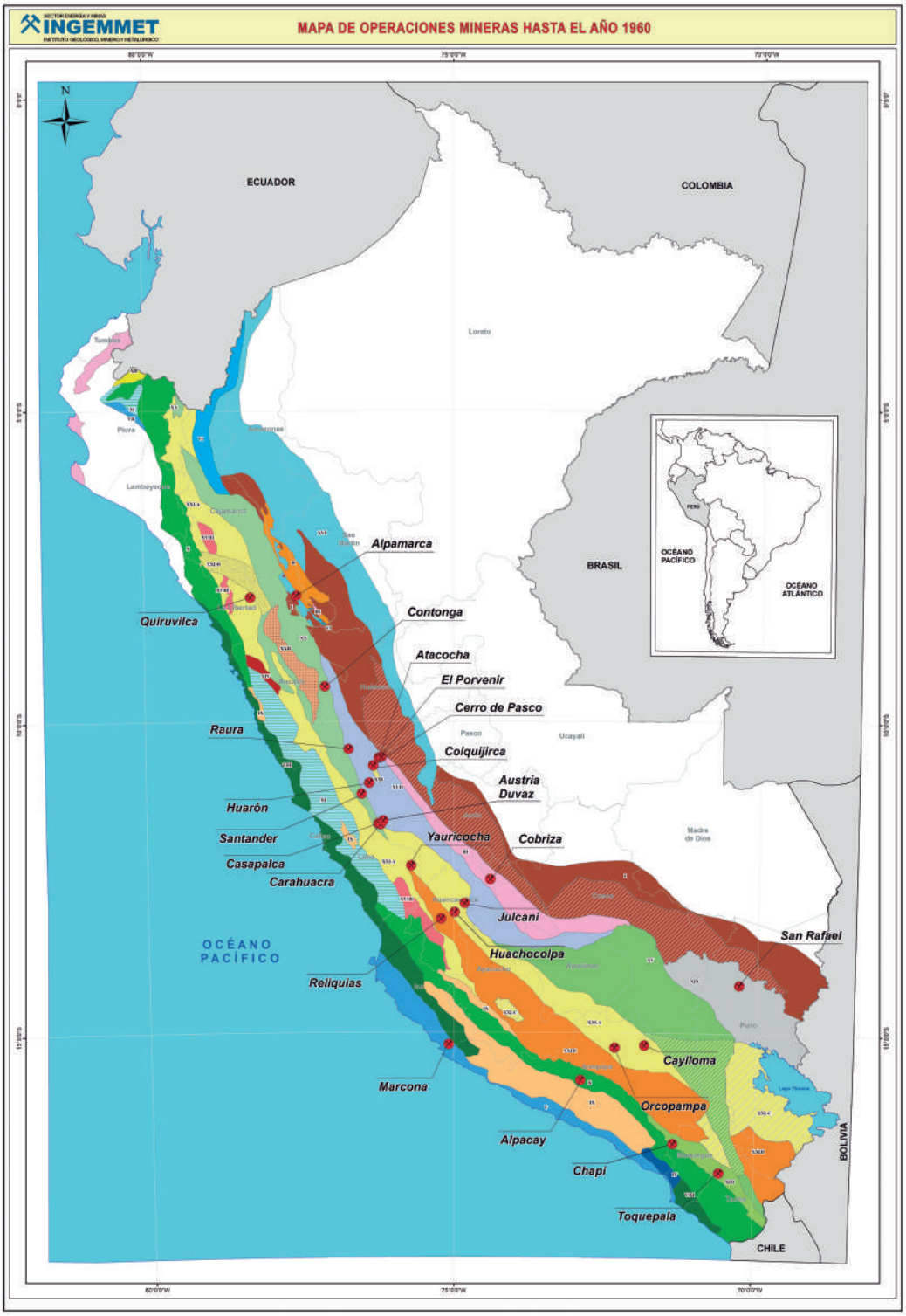


Figura 3.1: Mapa de operaciones mineras hasta 1960.

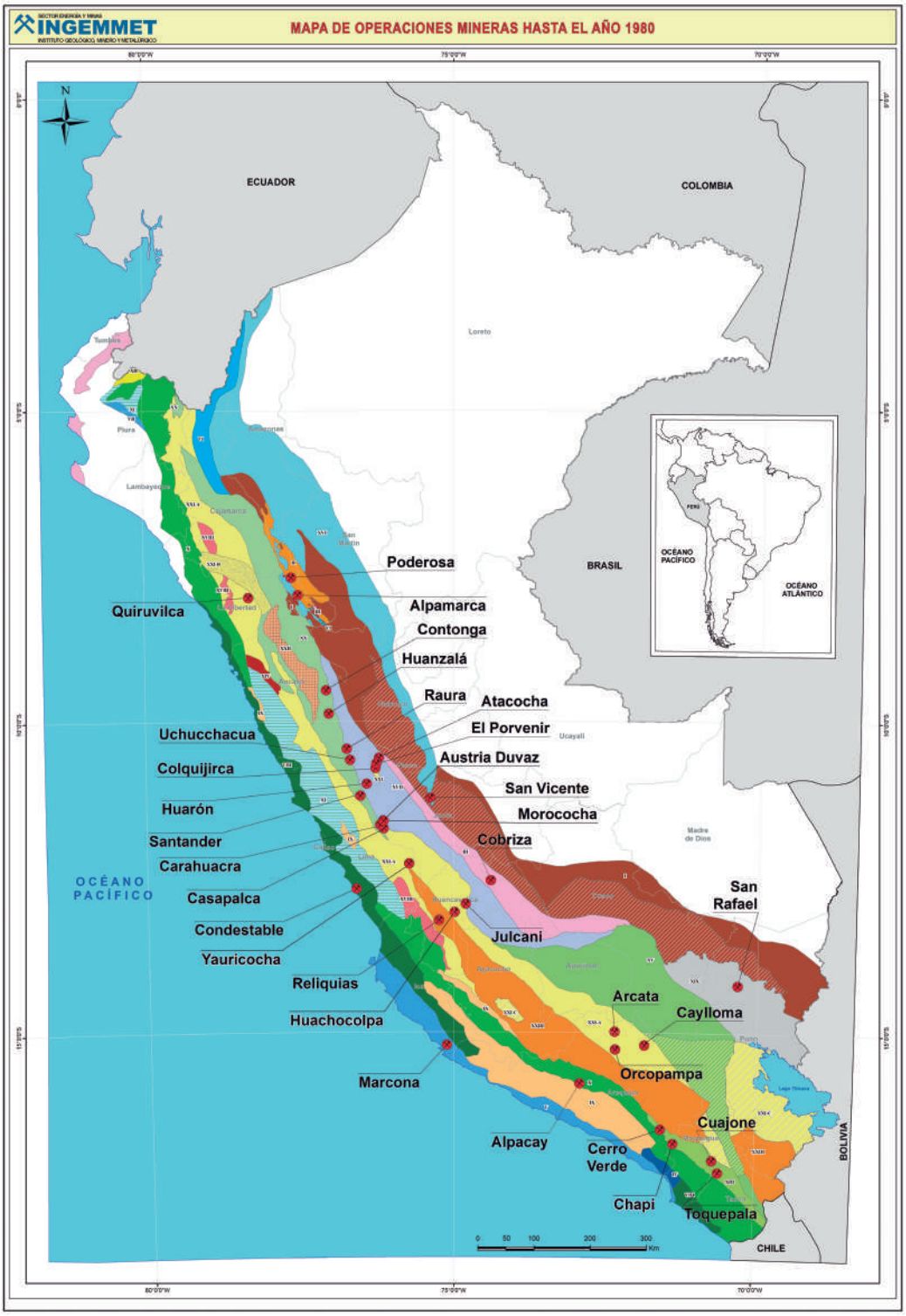


Figura 3.2: Mapa de operaciones mineras hasta 1980.

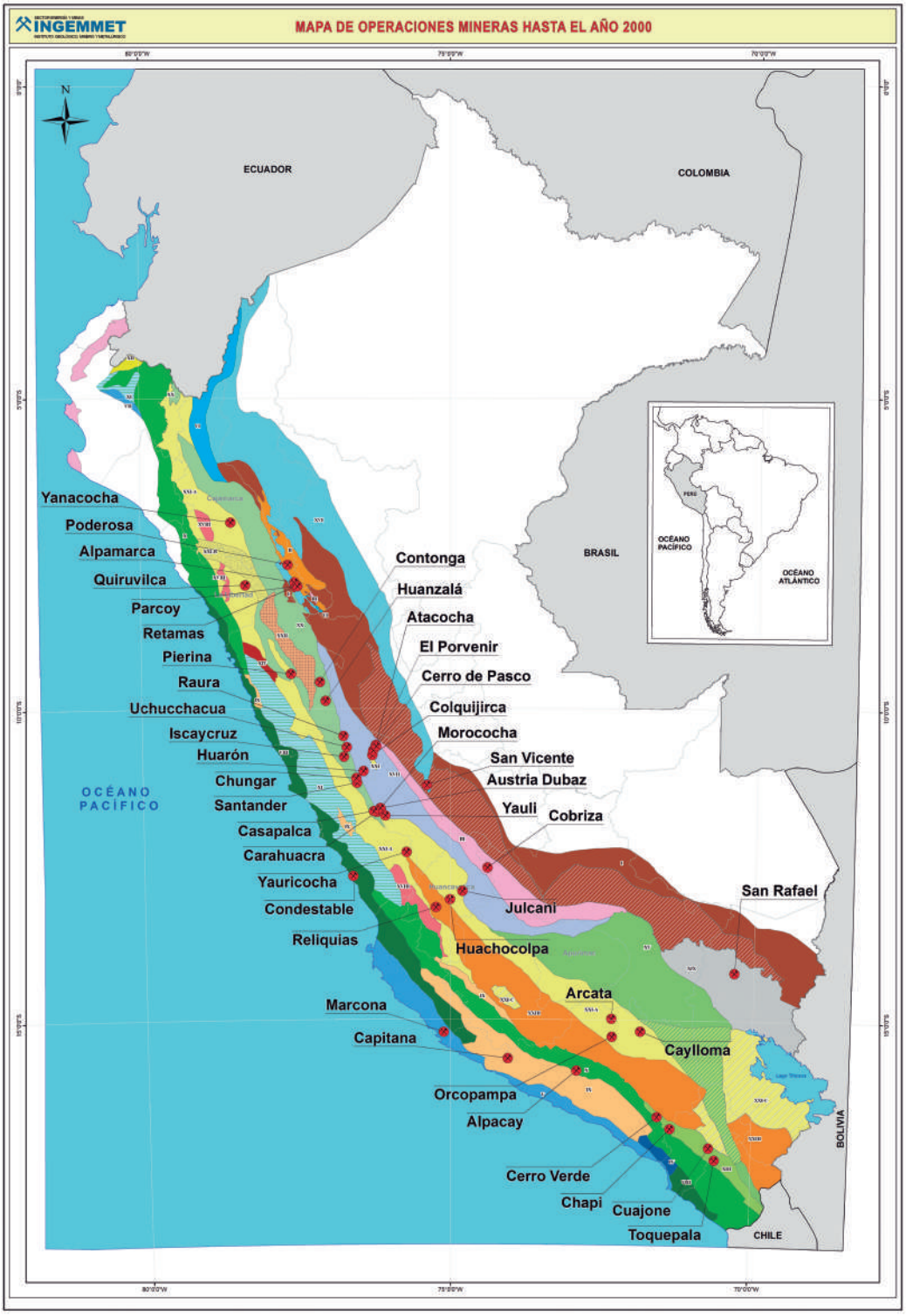


Figura 3.3: Mapa de operaciones mineras hasta 2000.

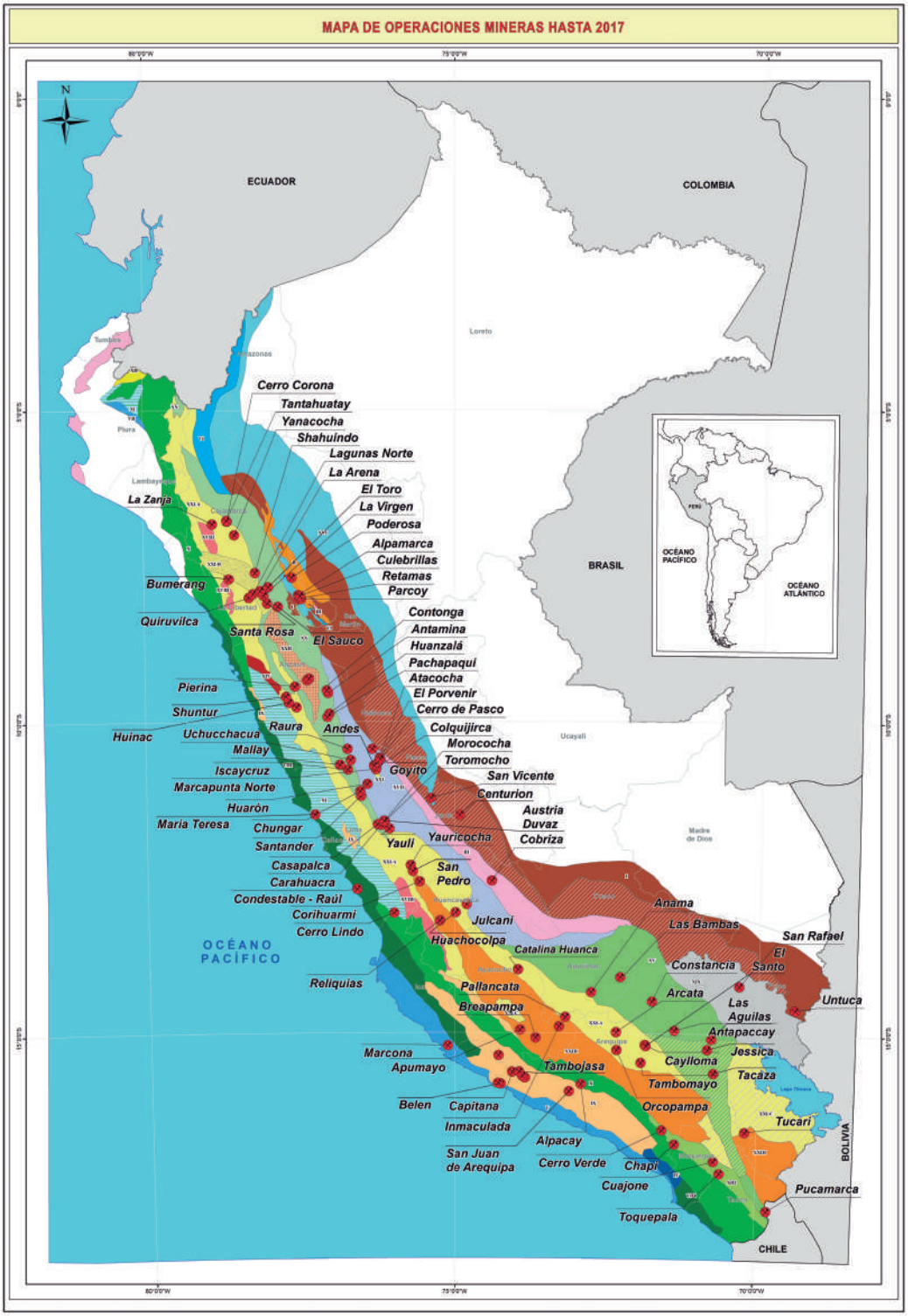


Figura 3.4: Mapa de operaciones mineras hasta 2017.

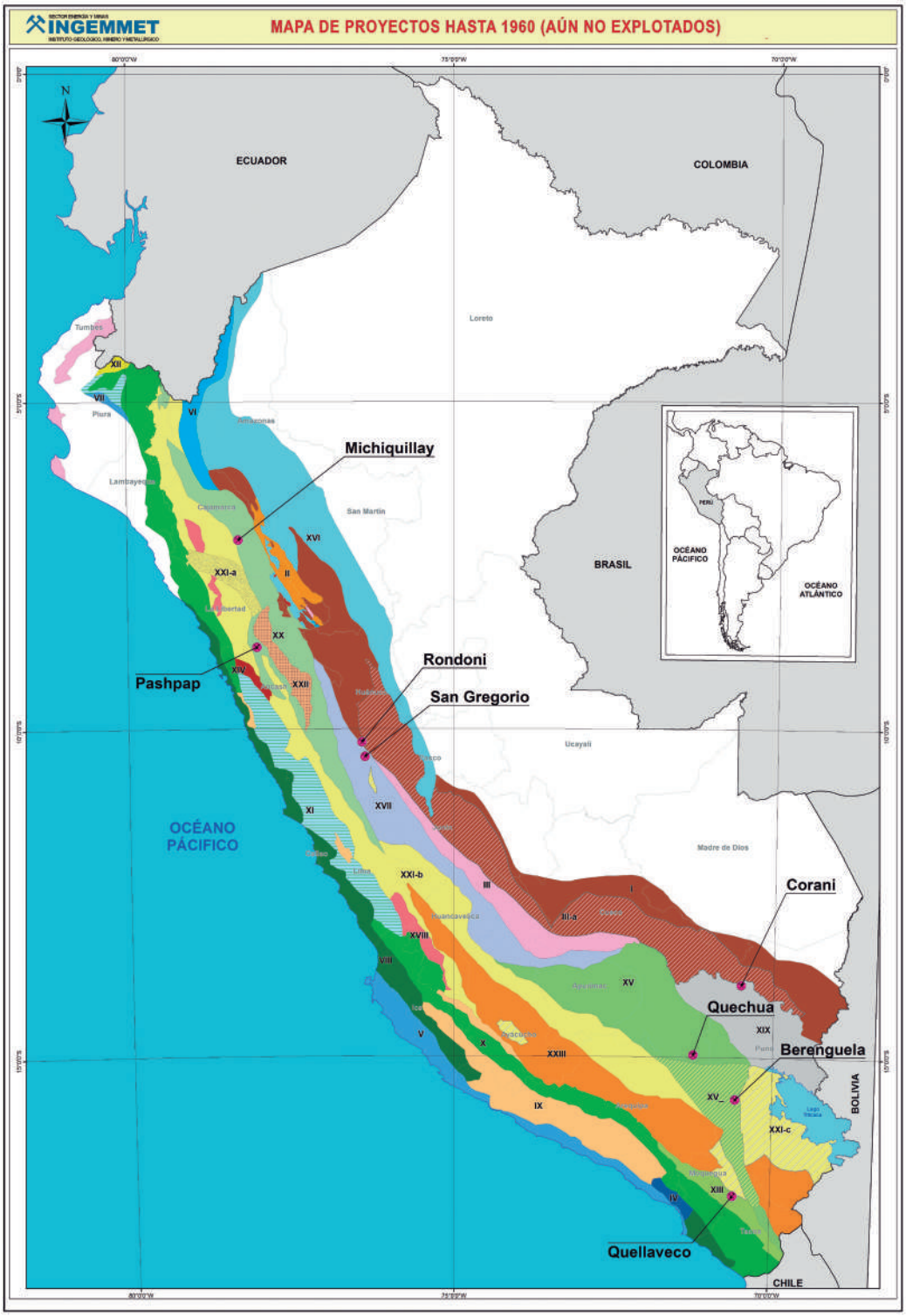


Figura 3.5: Mapa de proyectos mineros hasta 1960.

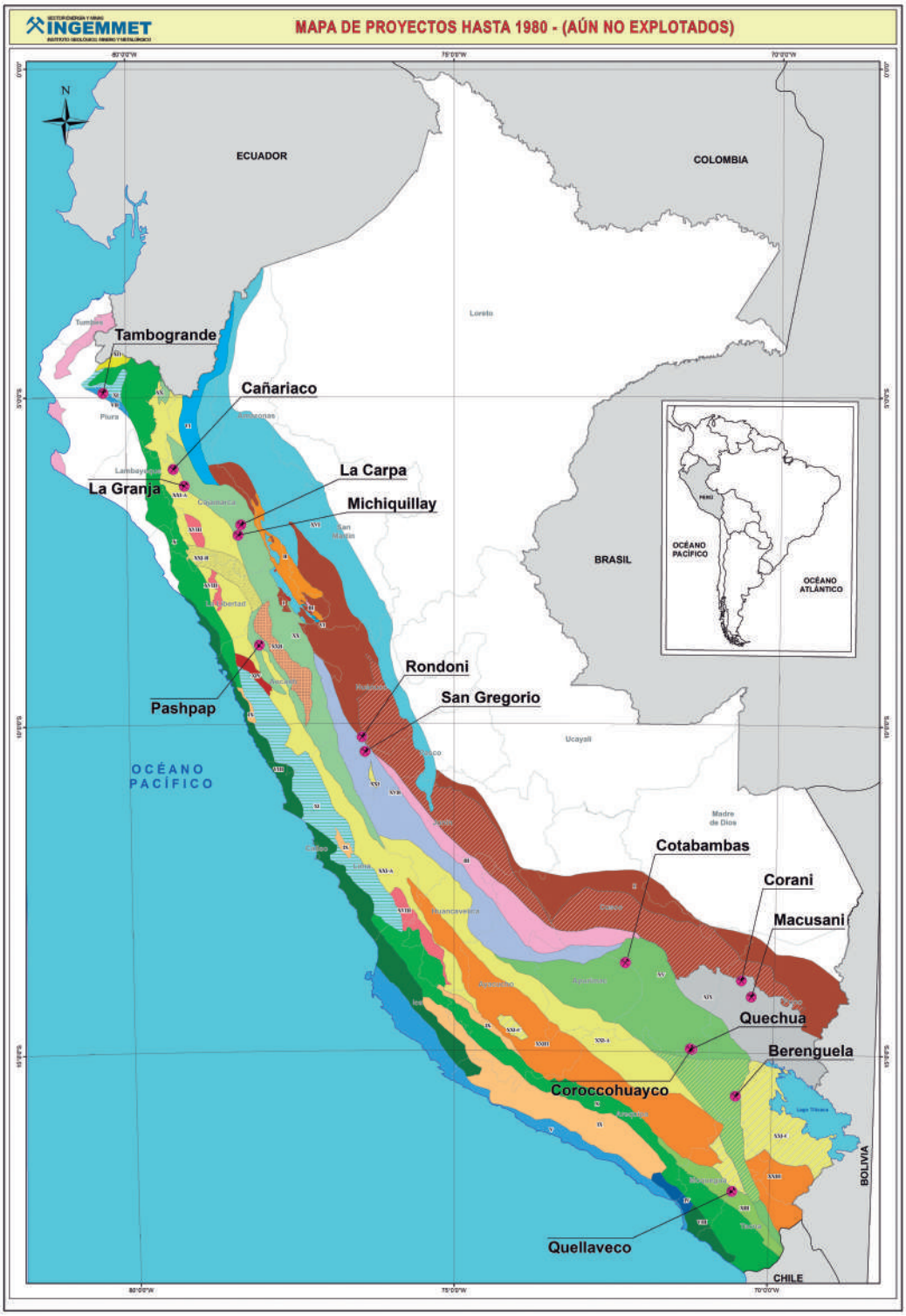


Figura 3.6: Mapa de proyectos mineros hasta 1980.

Figura 3.7: Mapa de proyectos mineros hasta el 2000.

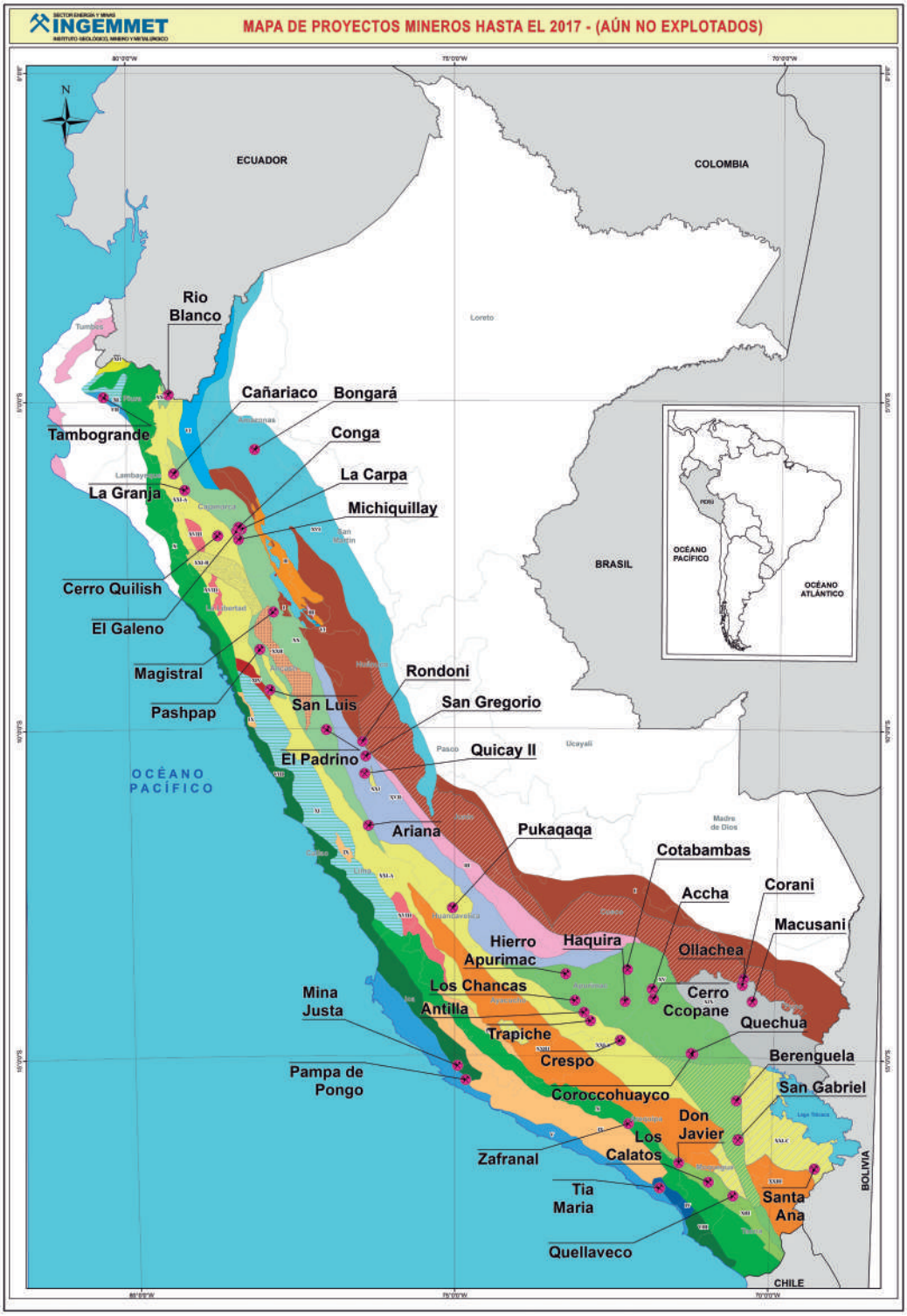
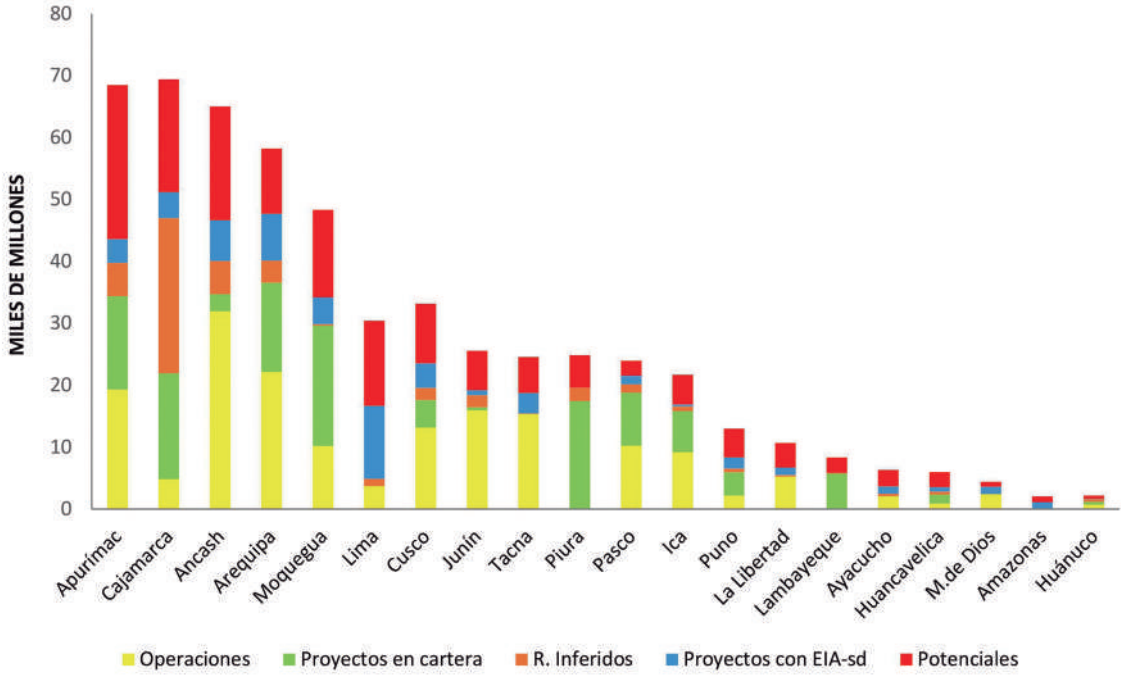


Figura 3.8: Mapa de proyectos mineros hasta el 2017.

Figura 3.9: Mapa de proyectos mineros, proyectos en exploración avanzada y potenciales.

4. ESTIMACIÓN DE VENTAS NETAS Y BENEFICIOS ECONÓMICOS PARA LA NACIÓN



41 ESTIMACIÓN POR ELEMENTOS

Siguiendo la metodología descrita en el acápite I, aplicada a cada una de las matrices elaboradas: de operaciones, cartera de proyectos, recursos inferidos,

EIA-sd y áreas potenciales, por cada yacimiento y por cada año, se tiene un estimado de la producción metálica acumulada al año 2050 de los principales metales que producimos (Tabla 4.1). La información de cada matriz va en el anexo B.

Tabla 4.1

Estimación del potencial de producción metálica fina acumulada al año 2050, en millones.

TIPO	Cu (MTF)	Au (MOzF)	Fe (MTF)	Zn (MTF)	Ag (MOzF)	Mo (MTF)	Pb (MTF)
OPERACIONES	70.55	61.96	372.55	23.41	2,545.48	1.15	4.8
CARTERA DE PROYECTOS	57.5	35.97	417.56	10.7	854.59	1.04	2.59
RECURSOS INFERIDOS	27.29	18.1	204.34	7.4	600.75	0.14	1.45
EIA-SD	25.74	43.91	428.12	5.1	1,649.77	0.52	1.21
ÁREAS POTENCIALES	139.12	84.5	1,356	13.48	2,953.51	1.59	1.93
TOTAL	320.2	244.44	2,778.56	60.1	8,604.10	4.44	11.98

Sobre la base de la producción metálica fina, precio actual de los metales, se establece el valor estimado de ventas netas acumuladas al 2050, al que se le ha descontado la maquila y otros (Tabla 4.2).

Tabla 4.2

Estimación del valor de ventas netas del potencial de producción metálica fina acumulada al año 2050, en miles de millones de US$.

	Cu	Au	Fe	Zn	Ag	Mo	Pb	Otros	TOTAL
Ventas	1,866	265	165	170	123	60	25	32	2,706

Al valor estimado de ventas, se le aplica el 28 % para calcular el ingreso del beneficio para el Estado peruano, acumulado al 2050 (Tabla 4.3).

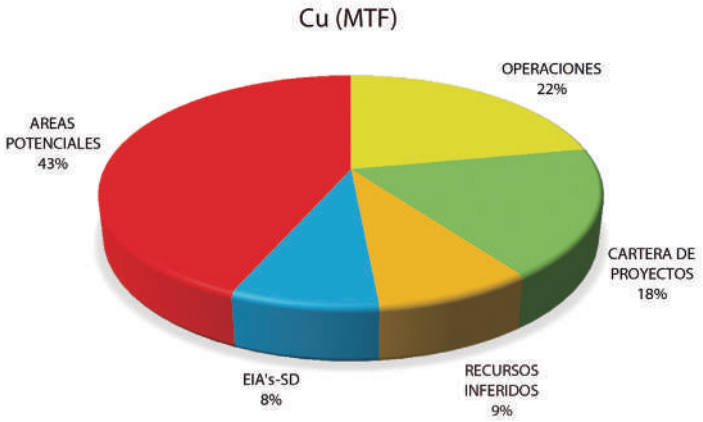
Tabla 4.3

Estimación del beneficio potencial que queda para el Estado peruano, acumulado al 2050, en miles de millones US$.

Metal	Cu	Au	Fe	Zn	Ag	Mo	Pb	Otros	Total
Ventas	1,866	265	165	170	123	60	25	32	2076
Ingreso a la nación	523	74	46	47	34	17	7	9	758

Impacto de las matrices EIA-sd y potencial propiamente dicho, con respecto a la valorización total, por elementos.

Si consideramos la información del potencial "propiamente dicho", sumada a la información de los proyectos con EIA-sd, se tiene que para el cobre significaría un 51 % del total estimado, para el oro un 53 % (Figura 4.1 a, b); para el hierro un 64 %, para el zinc un 21 %, para la plata un 53 % (Figura 4.2 a, b, c); para el molibdeno significa un 48 %, y para el plomo representa un 26 % (Figura 4.3 a, b).



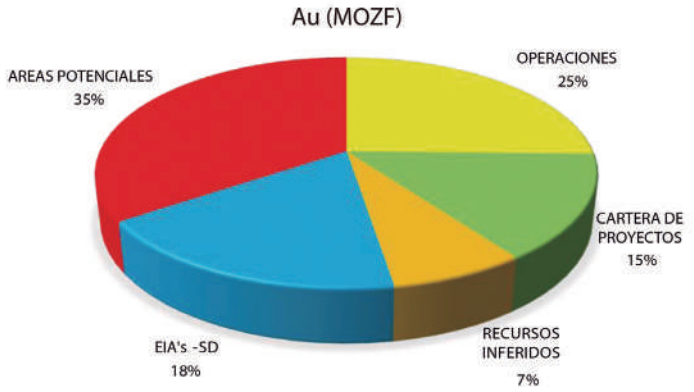
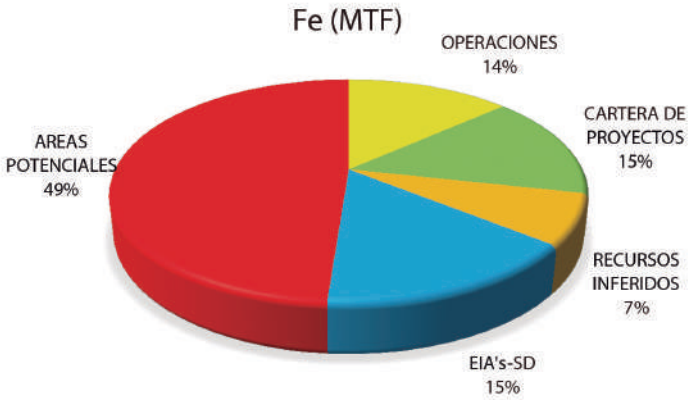
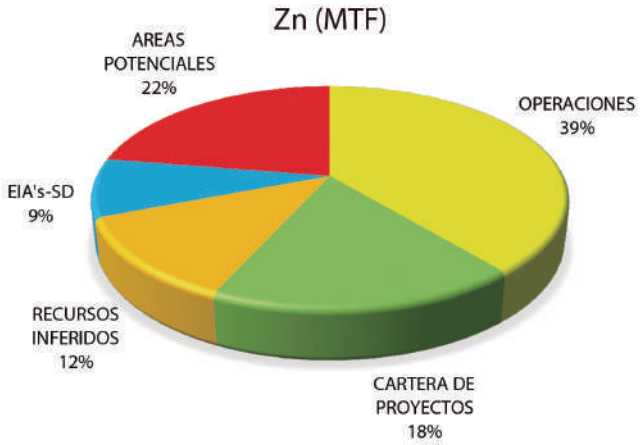


Figura 4.1: Distribución en % del beneficio económico que queda para el Estado por etapas: cobre y oro.





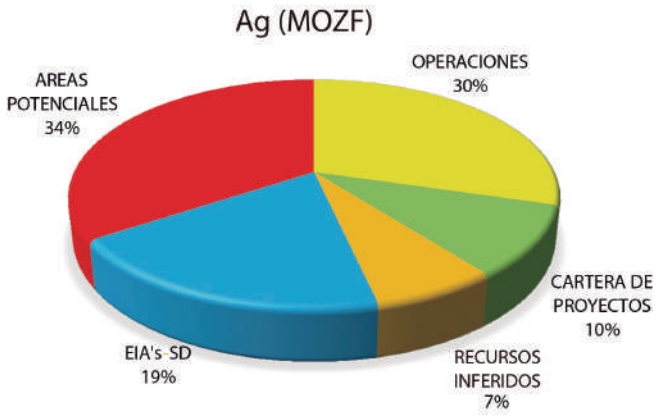


Figura 4.2: Distribución en % del beneficio económico que queda para el Estado por etapas: hierro, zinc y plata.

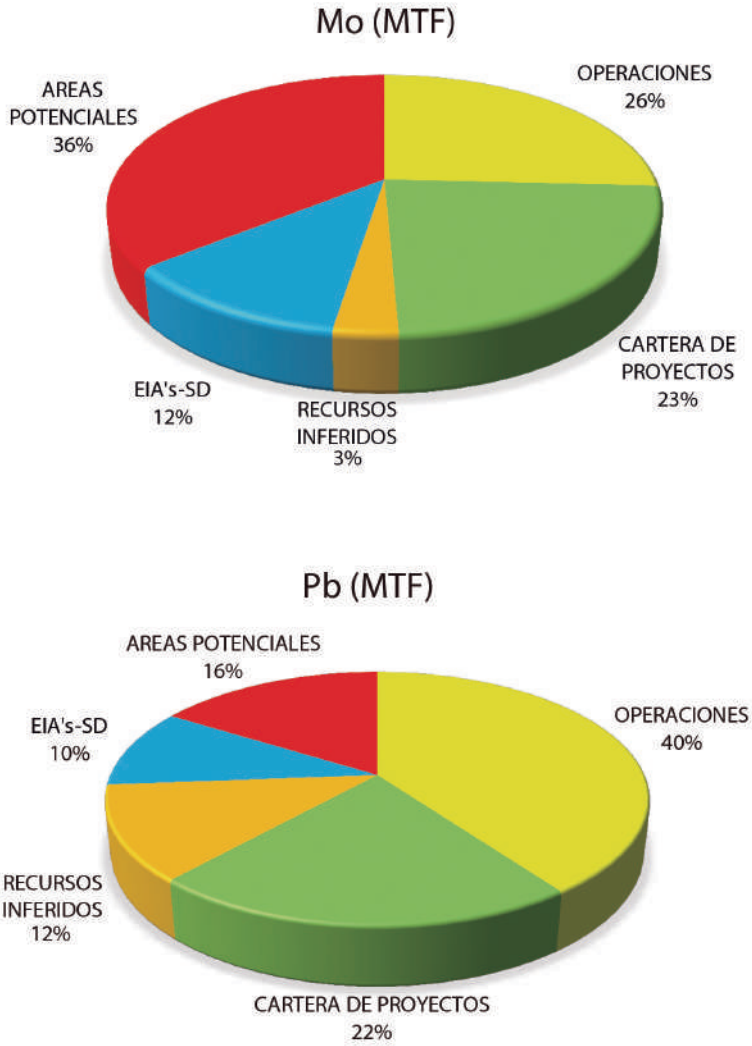


Figura 4.3: Distribución en % del beneficio económico que queda para el Estado por etapas: molibdeno y plomo.

Nivel de representación de los metales en el potencial minero

En el orden de importancia económica de los metales para la nación se ubica primeramente el cobre (representa el 69 % del total), le siguen el oro (10 %), Zn (6 %), Fe (6 %), Ag (5 %), Mo (2 %), Pb (1 %), tal como se aprecia en la Figura 4.4.

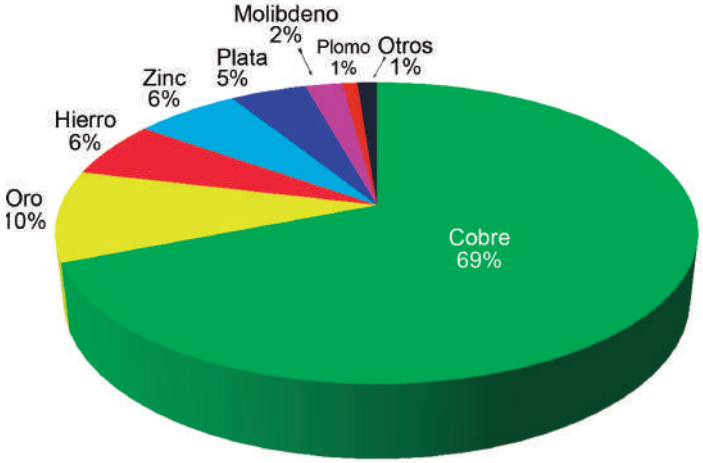


Figura 4.4 Aporte por metal al potencial ingreso económico por ventas.

4.2 ESTIMACIÓN POR ETAPAS

En la Tabla 4 se aprecia lo que sería el valor de ventas netas, el que totaliza en 2.7 billones de dólares (2.7 x 10^{12} US$). En la otra columna se aprecian los ingresos a la nación producto de aplicar el 28 % a las ventas netas y al precio de los metales al 31 de octubre de 2017, estos totalizarían US$ 758 mil millones.

Tabla 4.4

Ventas netas acumuladas (descontados la maquila y otros) e ingresos acumulados a la nación, estimados al año 2050 (en miles de millones de US$).

Etapa del yacimiento	Ventas netas en miles de millones	Ingresos a la nación en miles de millones
Operaciones	638	179
Cartera de proyectos	468	131
Recursos inferidos - Operaciones	228	64
Proyectos con EIA-SD	283	79
Potencial	1,089	305
Total	2,706	758

En términos porcentuales (Figura 4.5), se considera que las zonas con potencial minero significarían el 40 % del beneficio potencial a la nación, frente al 24 % que corresponde a las actuales operaciones mineras, así como un no menos importante 17 % representado por los proyectos en cartera y que son los más próximos en ser puestos en producción.

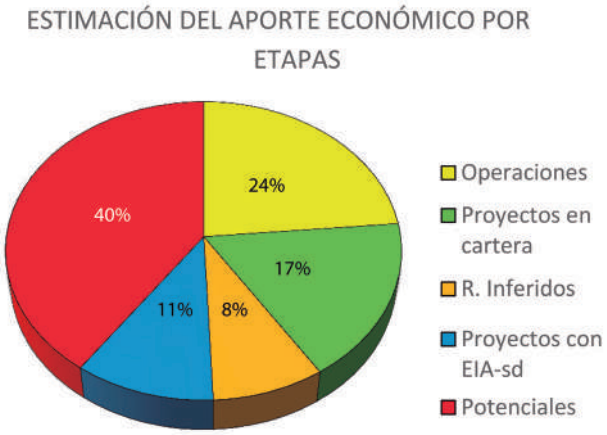


Figura 4.5: Diagrama mostrando el aporte estimado (en %), según la etapa de la actividad minera.

Hipótesis conservadora

Considerando un escenario conservador, dada la incertidumbre por diversos factores, se estima una reducción de la producción de metal fino que impacta en los ingresos al Estado en el orden siguiente: 5 % a las operaciones, 10 % a los proyectos en cartera, 20 % a los recursos inferidos, 30 % a los proyectos con EIA-sd y 50 % a los proyectos potenciales. En este escenario, la producción fina por metales acumulada al 2050 se observa en la Tabla 5, mientras que la cifra total de ingresos a la nación sería del orden de US$ 547 mil millones (Tabla 6), el principal aporte es por cuenta del cobre (68 %), tal como se aprecia en la Figura 4.6.

Tabla 4.5
Estimación del potencial de producción metálica fina acumulada al año 2050, en millones.

TIPO	Cu (MTF)	Au (MOzF)	Fe (MTF)	Zn (MTF)	Ag (MOzF)	Mo (MTF)	Pb (MTF)
OPERACIONES	67.02	58.86	353.92	22.24	2418.2	1.09	4.56
CARTERA DE PROYECTOS	51.75	32.38	375.8	9.63	769.13	0.94	2.33
RECURSOS INFERIDOS	21.84	14.48	163.47	5.92	480.6	0.11	1.16
EIA-SD	18.02	30.74	299.68	3.57	1154.84	0.36	0.85
ÁREAS POTENCIALES	69.56	42.25	678	6.74	1476.76	0.79	0.96
TOTAL	228.19	178.7	1,870.87	48.11	6,299.53	3.3	9.86

Tabla 4.6
Estimación del beneficio potencial que queda para el Estado peruano, acumulado al 2050, en miles de millones US$. Escenario conservador

Metal	Cu	Au	Fe	Zn	Ag	Mo	Pb	Otros	TOTAL
Ventas	1,330	194	111	136	90	45	20	30	1,956
Ingreso a la nación	372	54	31	38	25	13	6	8	547

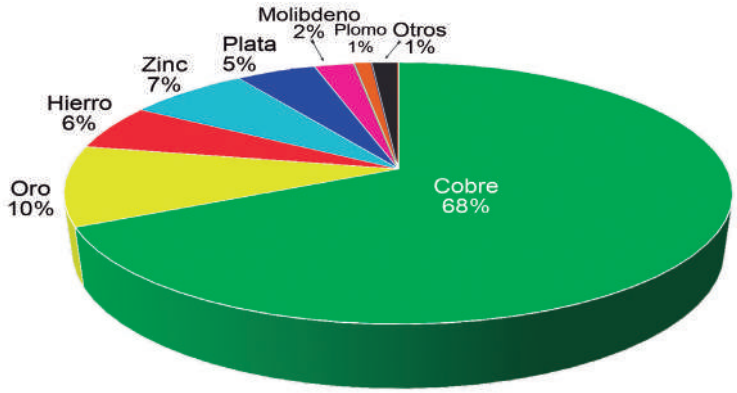


Figura 4.6: Aporte por metal al potencial ingreso económico por ventas. Escenario conservador.

En dicho escenario conservador, la comparación de la Figura 5 con la Figura 4.7 (hipótesis conservadora) tiene una variación en los porcentajes de aporte por cada etapa, fundamentalmente en la referida a los "proyectos potenciales", que de 40 % se reduce a 28 % de aporte en la hipótesis conservadora, y de las "operaciones mineras" que en la hipótesis conservadora es de 31 % frente al 24 % en la hipótesis normal de trabajo (Figura 4.5).

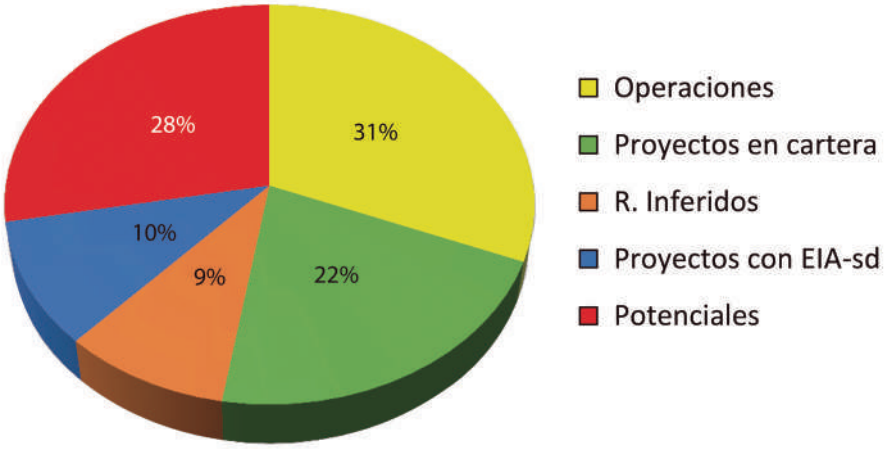


Figura 4.7 Diagrama mostrando el aporte estimado (en %), según la etapa de la actividad minera. Escenario conservador.

Concesiones mineras vigentes

Las concesiones mineras vigentes en actual explotación y exploración suman 1.5 millones de hectáreas. Por otro lado, de las concesiones mineras vigentes que son de 18.3 millones de hectáreas, se tiene que 5.5 millones de hectáreas están bajo el régimen de penalidad (representando un 30 % del total vigente), ello quiere decir que las empresas están produciendo o conservando áreas con un interés de exploración evidente y sobre las cuales las empresas mineras mantienen una firme esperanza en continuar sus exploraciones (Tabla 4.7 y Figura 4.8).

Estas cifras nos permiten afirmar que aún se tienen áreas con un gran potencial por recursos metálicos, teniendo en cuenta las características geológicas, metalogenéticas y estructurales que dan las condiciones para albergar muchos yacimientos que aún no han sido puestos en evidencia.

4.3 ESTIMACIÓN POR REGIONES

Del total probable de ingreso disponible para el Estado, acumulado al 2050, son cinco las regiones que obtendrían mayor beneficio, y por encima de los US$ 65,000 millones, estas son: Apurímac, Cajamarca, Áncash, Arequipa y Moquegua, cifras que se sostienen sobre la base de las mayores expectativas de tener recursos de cobre y oro (Tabla 4.8 y Figura 4.9).

Tabla 4.7
Derechos mineros vigentes a nivel nacional*

ESTADO	CANTIDAD	EXTENSIÓN (ha)	%
EN ACTIVIDAD	28,512	12,784,657	70
CON PENALIDAD	15,550	5,542,810	30
TOTAL	44,062	18,327,467	100

* Al 17 de noviembre de 2017.

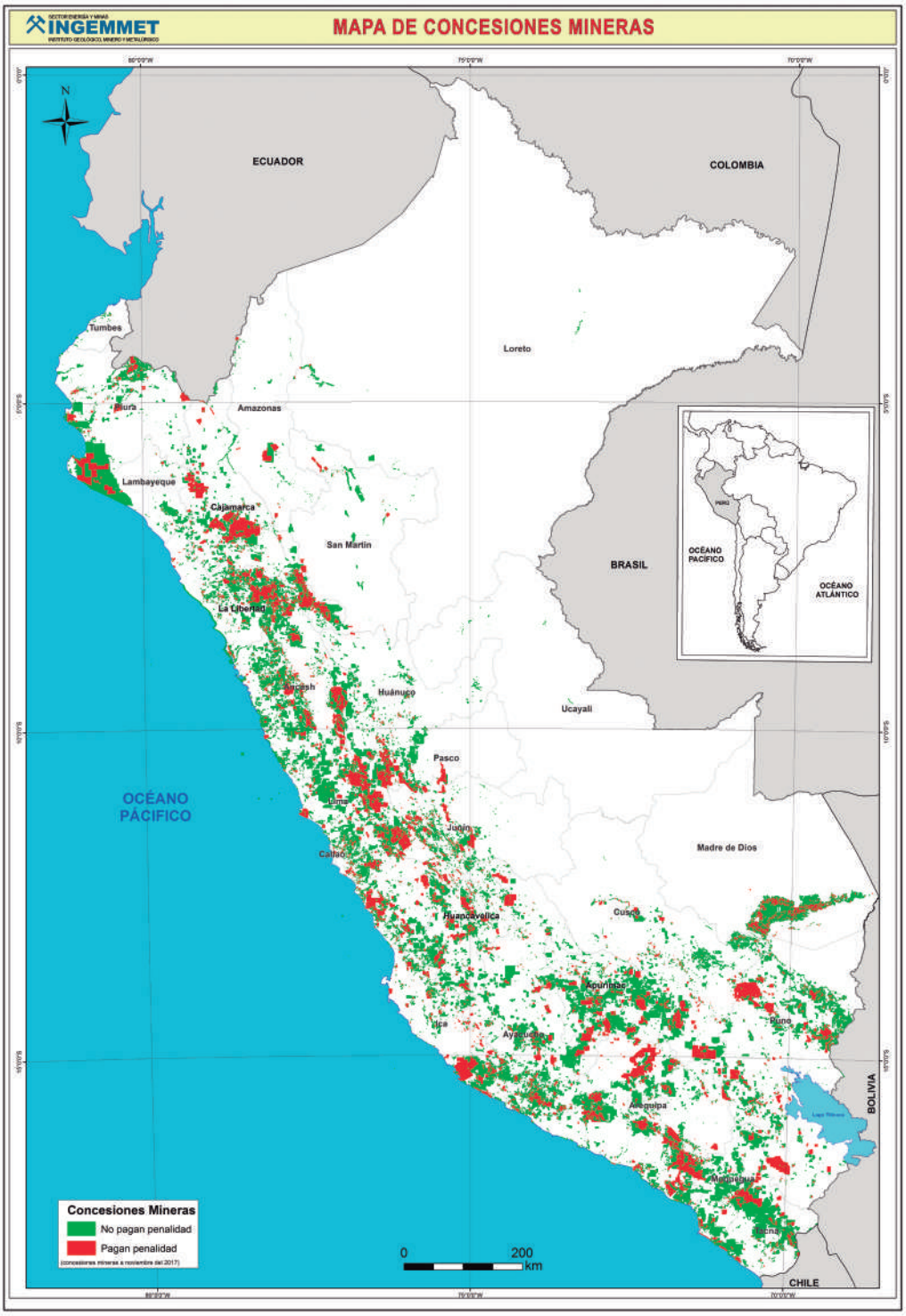


Figura 4.8: Mapa de derechos mineros vigentes a nivel nacional, resaltando en rojo aquellos con penalidad, al 17/11/2017.

Asimismo, Lima y Cusco se favorecerían con sumas entre US$ 45,000 y US $ 50,000 millones; Piura, Tacna, Junín, Ica, Pasco, Puno, La Liberad y Lambayeque percibirían sumas entre US$ 11,000 y US$ 40,000 millones, Ayacucho, Huancavelica, Madre de Dios, Amazonas y Huánuco percibirían cifras inferiores a US$ 10,000 millones.

En el escenario conservador hay ligeros cambios por efecto de la sustancial reducción en la estimación de las ventas por los proyectos potenciales (Tabla 4.9 y Figura 4.10).

Las cifras proyectadas serán actualizadas permanentemente, conforme nueva información se vaya adquiriendo.

Tabla 4.8

Potencial beneficio económico acumulado al año 2050 por departamentos, según estado o actividad minera (en miles de millones de US$).

Departamento	Operaciones	Proyectos en cartera	R. Inferidos	Proyectos con EIA-sd	Potenciales	Ingresos a la nación
Apurímac	20.343	16.732	6.716	5.482	49.776	99.049
Cajamarca	5.077	19.049	31.268	5.986	36.435	97.814
Áncash	33.62	3.091	6.647	9.425	36.793	89.577
Arequipa	23.3	16.055	4.427	10.825	21.027	75.633
Moquegua	10.735	21.613	0.265	6.167	28.307	67.088
Lima	3.907	0	1.462	16.87	27.439	49.672
Cusco	13.863	4.943	2.431	5.685	19.223	46.146
Junín	16.799	0.543	2.429	1.171	12.701	33.643
Tacna	16.184	0	0.065	4.765	11.617	32.63
Piura	0.107	19.298	2.656	0.071	10.436	32.568
Pasco	10.773	9.559	1.623	2.014	4.823	28.792
Ica	9.674	7.371	0.944	0.496	9.527	27.997
Puno	2.29	4.2	0.64	2.547	9.321	19.108
La Libertad	5.526	0	0.342	1.718	7.911	15.498
Lambayeque	0	6.382	0.213	0	4.835	11.43
Ayacucho	2.208	0	0.49	1.711	5.295	9.704
Huancavelica	0.926	1.637	0.606	1.032	4.85	9.051
M. de Dios	2.561	0	0	1.707	1.536	5.804
Amazonas	0	0	0	1.586	1.926	3.512
Huánuco	0.77	0.501	0.569	0.07	0.994	2.904
Total	178.663	130.976	63.791	79.328	304.773	757.62

Tabla 4.9: Potencial beneficio económico acumulado al año 2050 por departamentos, según estado o actividad minera (en miles de millones de US$). Escenario conservador.

Departamento	Operaciones	Proyectos en cartera	R. Inferidos	Proyectos con EIA-sd	Potenciales	TOTAL
Cajamarca	4.823	17.144	25.014	4.19	18.218	69.389
Apurímac	19.326	15.059	5.373	3.837	24.888	68.483
Áncash	31.939	2.782	5.317	6.598	18.397	65.034
Arequipa	22.135	14.449	3.541	7.578	10.513	58.217
Moquegua	10.198	19.452	0.212	4.317	14.154	48.333
Cusco	13.17	4.449	1.945	3.98	9.611	33.155
Lima	3.712	0	1.164	11.809	13.72	30.405
Junín	15.959	0.489	1.943	0.819	6.35	25.561
Piura	0.101	17.368	2.124	0.05	5.218	24.862
Tacna	15.375	0	0.052	3.335	5.808	24.57
Pasco	10.235	8.603	1.298	1.41	2.411	23.957
Ica	9.191	6.634	0.743	0.347	4.764	21.678
Puno	2.175	3.78	0.6	1.783	4.66	12.999
La Libertad	5.25	0	0.274	1.202	3.956	10.682
Lambayeque	0	5.744	0.17	0	2.418	8.332
Ayacucho	2.097	0	0.392	1.198	2.647	6.335
Huancavelica	0.88	1.473	0.485	0.722	2.425	5.985
M. de Dios	2.433	0	0	1.195	0.768	4.396
Huánuco	0.732	0.451	0.455	0.049	0.497	2.184
Amazonas	0	0	0	1.11	0.963	2.073
Total	**169.73**	**117.878**	**51.105**	**55.529**	**152.386**	**546.628**

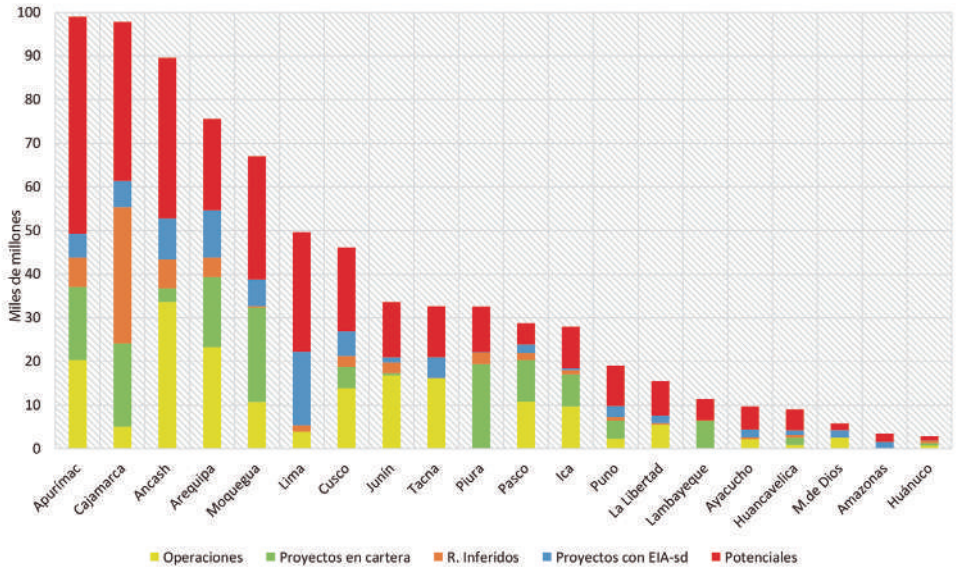


Figura 4.9 Beneficio económico al año 2050, por departamento (en miles de millones de US$).

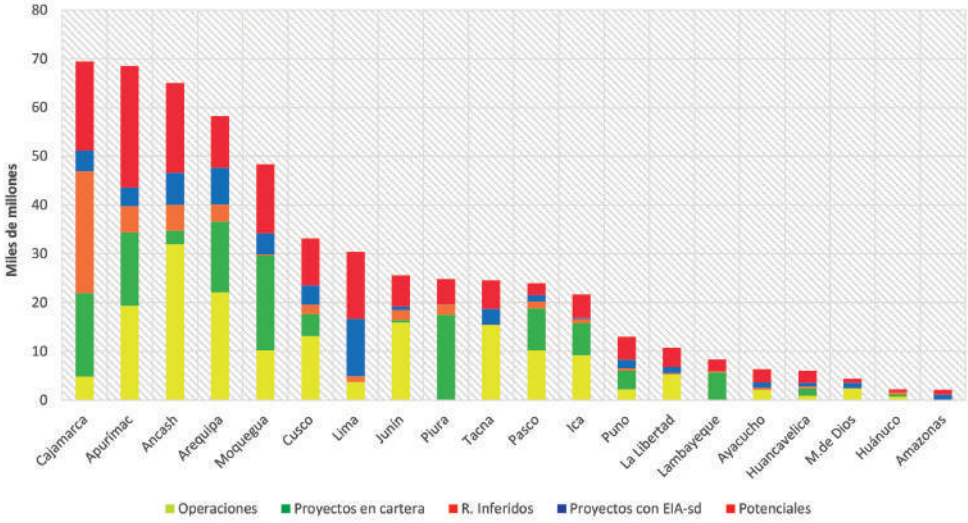
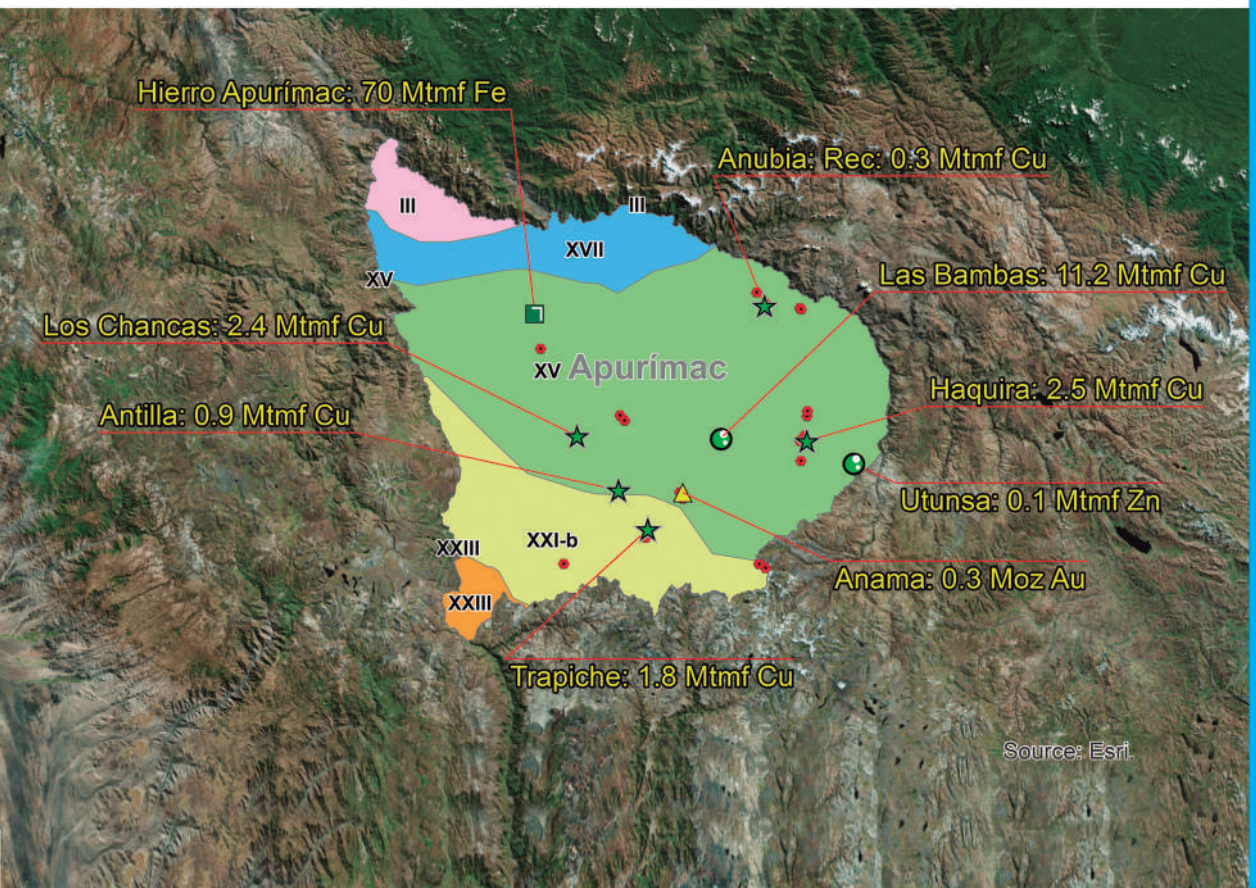


Figura 4.10: Beneficio económico al año 2050 (escenario conservador), por departamento, en miles de millones de US$.

5. MAPA DE RIQUEZA



5. MAPA DE RIQUEZA

Sobre la base del análisis y procesamiento de la información geológica y minera metálica, se ha elaborado el Mapa de Riqueza Minera Metálica del Perú.

Cabe precisar que este mapa representa el beneficio económico que queda para la nación acumulado hasta el 2050, basado en la continuidad de las operaciones actuales (además de sus recursos inferidos) y la puesta en producción de los proyectos mineros en cartera (además de sus recursos inferidos), los proyectos en exploración avanzada, así como lo estimado como potencial minero propiamente dicho.

Tal como lo refiere el estudio del Instituto Peruano de Economía (2017), del total de ventas estimadas, el beneficio económico que queda para la nación sería del orden del 28 %. Es así como el referido mapa (Figura 5.1) refleja el estimado de los posibles ingresos para cada región, acumulado al 2050.

Dicho mapa sirve asimismo para contrastar con el Mapa de Pobreza (Figura 5.2), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016), cuyas cifras son comparadas con el mapa de riqueza del presente estudio (Tabla 5.1, Figura 3), siendo los casos más saltantes los de Cajamarca y Apurímac, regiones con altos índices de pobreza, sin embargo son las regiones más ricas en recursos metálicos y, por ende, son las que resultarían mejor beneficiadas de llegar a concretarse la explotación de los yacimientos que se ubiquen en dichas regiones. En un escenario conservador, el mapa de riqueza sería el que se muestra en la Figura 5.4, en tanto que la comparación de los ingresos acumulados por regiones con los índices de pobreza es señalada en la Tabla 5.2 y Figura 5.5.

Por otro lado, algunas regiones con altos índices de pobreza, al momento actual, tampoco poseen significativos recursos minerales metálicos, como Ayacucho, Huancavelica, Madre de Dios, Amazonas y Huánuco, pero no se descarta que, a futuro, con mayores estudios, se puedan encontrar yacimientos. Las regiones Loreto, San Martín, Tumbes y Ucayali, por el momento no tienen actividad minera metálica.

Considerando que los datos van a seguir siendo actualizados a través del tiempo, es de esperar que la estimación a través del tiempo será mejor proyectada, por lo que es de imperiosa necesidad continuar con la actualización permanente de este proceso y adicionar a este estudio el potencial de la minería no metálica, petrolero, gas y de energía geotérmica.

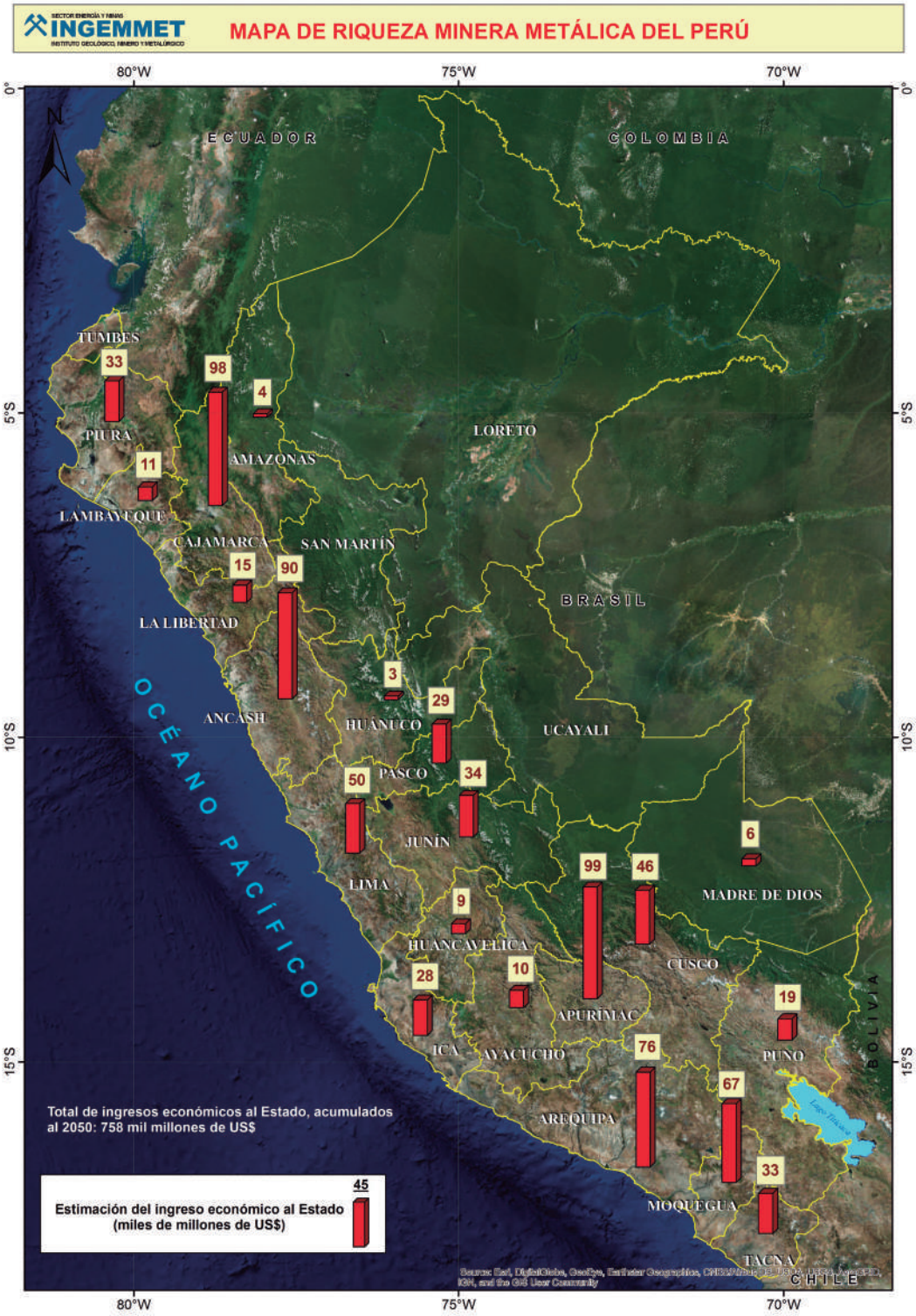


Figura 5.1 Mapa de riqueza minera metálica, en miles de millones de dólares. Escenario normal.

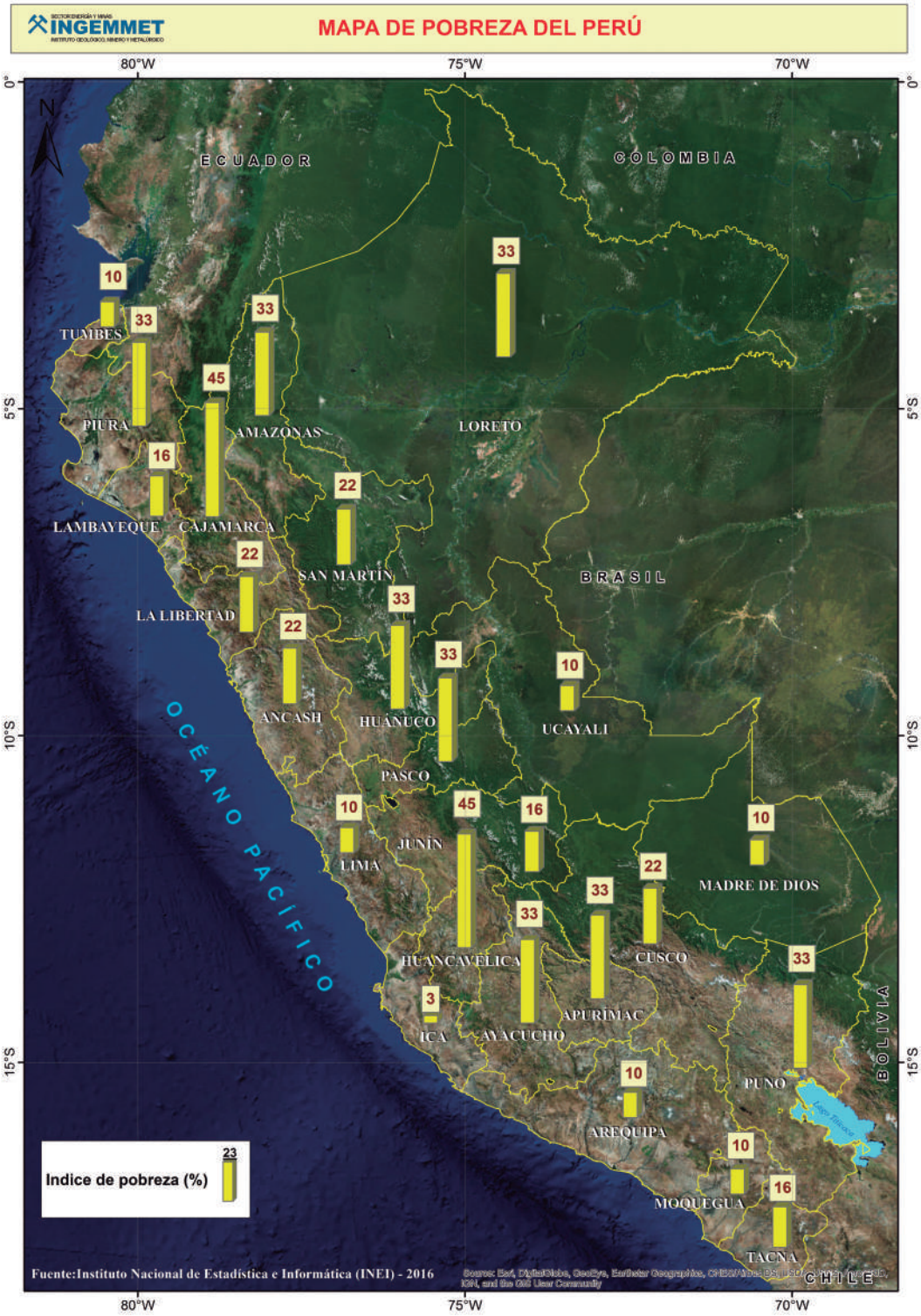


Figura 5.2 Mapa de Pobreza (INEI, 2016).

Tabla 5.1

Comparación de índices de pobreza y los potenciales ingresos (en miles de millones de dólares), por regiones, acumulados al 2050.

	Departamento	Índice de pobreza (%)*	Ingreso económico a la nación
1	Apurímac	33	99
2	Cajamarca	45	98
3	Áncash	22	90
4	Arequipa	10	76
5	Moquegua	10	67
6	Lima	10	50
7	Cusco	22	46
8	Junín	16	34
9	Tacna	16	33
10	Piura	33	33
11	Pasco	33	29
12	Ica	3	28
13	Puno	33	19
14	La Libertad	22	15
15	Lambayeque	16	11
16	Ayacucho	33	10
17	Huancavelica	45	9
18	Madre de Dios	10	6
19	Amazonas	33	4
20	Huánuco	33	3
TOTAL			758

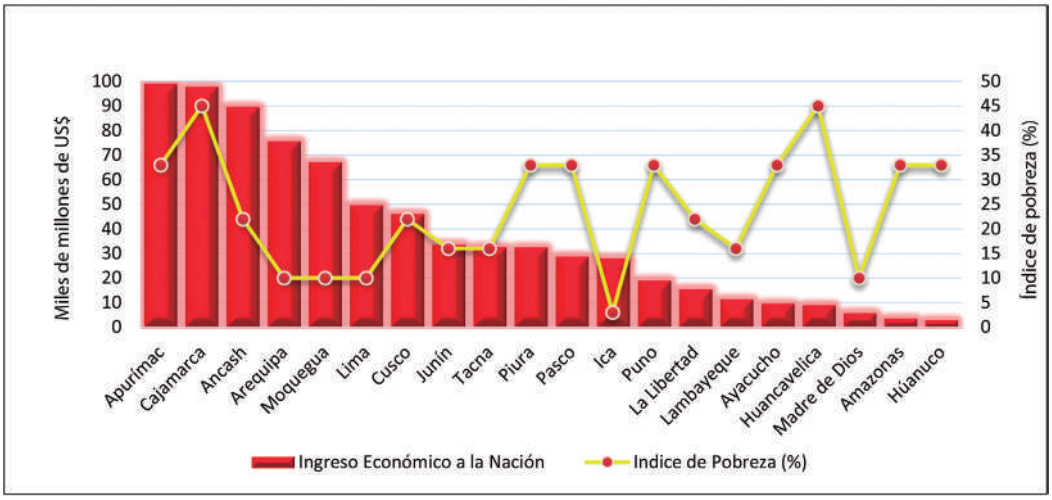


Figura 5.3 Comparación de los ingresos a cada región y los niveles de pobreza (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Escenario normal.

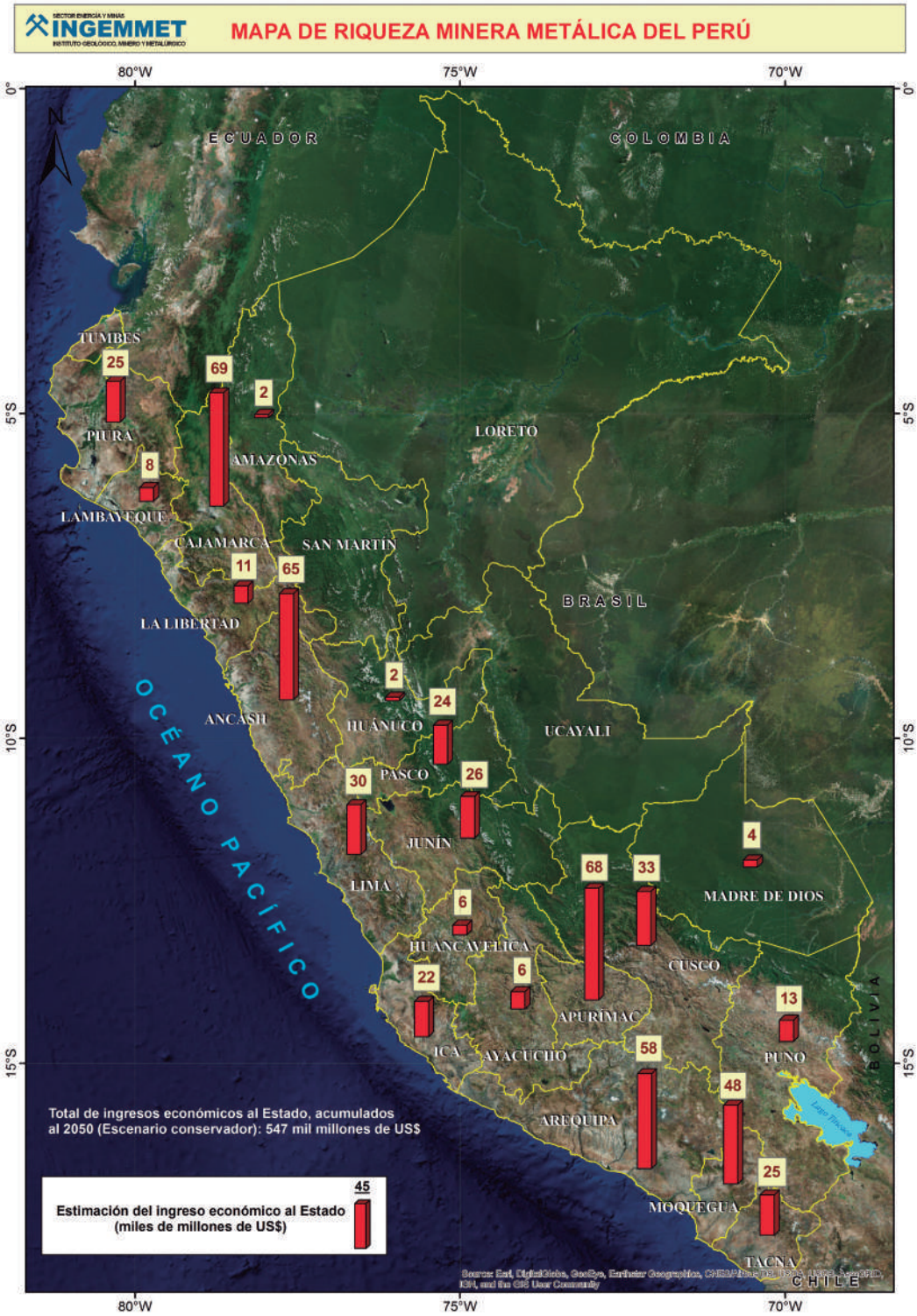


Figura 5.4 Mapa de riqueza minera metálica, en miles de millones de dólares. Escenario conservador.

Tabla 5.2

Comparación de índices de pobreza y los potenciales ingresos (en miles de millones de dólares), por regiones, acumulados al 2050. Escenario conservador.

	Departamentos	Índice de pobreza (%)	Ingreso económico a la nación
1	Cajamarca	45	69
2	Apurímac	33	68
3	Áncash	22	65
4	Arequipa	10	58
5	Moquegua	10	48
6	Cusco	22	33
7	Lima	10	30
8	Junín	16	26
9	Piura	33	25
10	Tacna	16	25
11	Pasco	33	24
12	Ica	3	22
13	Puno	33	13
14	La Libertad	22	11
15	Lambayeque	16	8
16	Ayacucho	33	6
17	Huancavelica	45	6
18	Madre de Dios	10	4
19	Huánuco	33	2
20	Amazonas	33	2
TOTAL			547

* INEI (216)

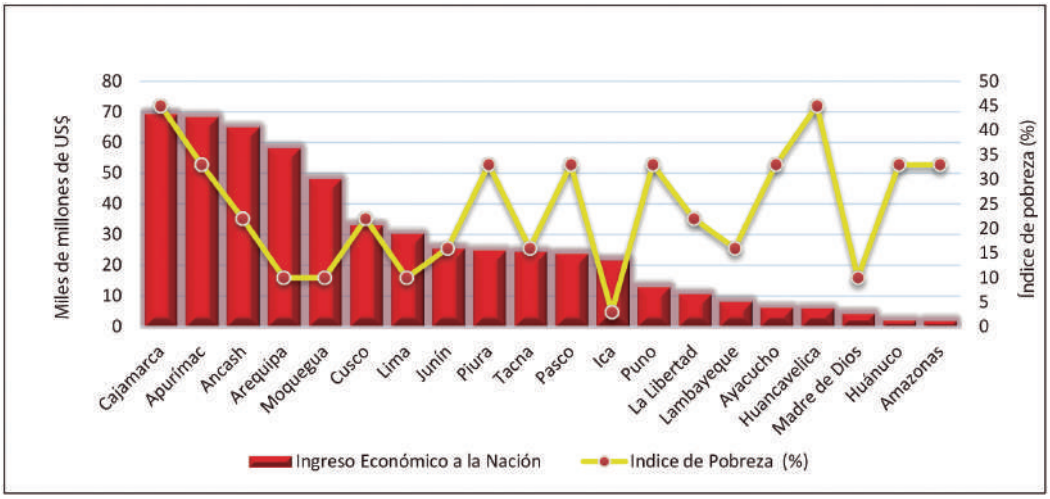


Figura 5.5 Comparación de los ingresos a cada región y los niveles de pobreza (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Escenario conservador.

CONCLUSIONES

- En la proyección del potencial al 2050, el cobre es el metal de mayor aporte económico para el Perú, con el 69 % del potencial total, seguido del oro (10 %), Zn (6 %), Fe (6 %), Ag (5 %), Mo (2 %), Pb (1 %) y otros (1 %). En la hipótesis conservadora se tiene al cobre con el 68 % del potencial total, seguido del oro (10 %), zinc (7 %), hierro (6 %), plata (5 %), molibdeno (2 %), plomo (1 %) y otros (1 %).

- Hasta el año 2050, se estima el potencial con una producción total acumulada de cobre de 320 millones de toneladas finas, 244 millones de onzas finas de oro, 2,779 millones de toneladas finas de hierro, 60 millones de toneladas finas de Zn, 8,604 millones de onzas de plata, 4 millones toneladas finas de Mo y 12 millones toneladas finas de Pb. En el escenario conservador se estima una producción total acumulada de 228 millones de toneladas finas de cobre, 179 millones de onzas finas de oro, 1,871 millones de toneladas finas de hierro, 48 millones de toneladas finas de Zn, 6,300 millones de onzas de plata, 3 millones toneladas finas de Mo y 10 millones toneladas finas de Pb.

- El beneficio económico estimado acumulado que queda para el Estado peruano hasta el 2050, derivado del aprovechamiento de nuestros recursos minerales metálicos, sería del orden de los US$ 758 mil millones. En la hipótesis conservadora es de US$ 547 mil millones.

- De la cifra estimada, el 40 % corresponde al potencial minero que aún falta poner en evidencia, más un 11 % que corresponde a los proyectos con EIA-sd. En el escenario conservador, el 28 % corresponde al potencial minero que aún falta poner en evidencia, además del 10 % que corresponde a los proyectos con EIA-sd.

- Regiones que actualmente tienen altos índices de pobreza como Cajamarca y Apurímac son las de mayor potencial de riqueza minera metálica.

- Las regiones con una riqueza potencial minera más ricos en orden descendente son: Apurímac, Cajamarca, Áncash, Arequipa y Moquegua. En el escenario conservador, son: Cajamarca, Apurímac, Áncash, Arequipa y Moquegua.

- Por ahora, las regiones de Ayacucho, Huancavelica, Amazonas y Huánuco merecen una atención especial ya que hasta el momento presentan un potencial menor con respecto a las regiones mineras; por tanto, el Estado debe diseñar estrategias para potenciar otros sectores. No se descarta que, a futuro, con mayores investigaciones, su potencial metálico se pueda incrementar.

- Las regiones con potencial minero mediano, en orden descendente, son: Lima, Cuzco, Junín, Tacna, Piura, Pasco, Ica, Puno, La Libertad y Lambayeque. En el escenario conservador, son: Cusco, Lima, Junín, Piura, Tacna, Pasco, Ica, Puno, La Libertad y Lambayeque.

- Las regiones de Loreto, San Martín, Tumbes y Ucayali no tienen producción minera. No se descarta que, a futuro, con mayores investigaciones, se proyecte su potencial minero.

- Madre de Dios muestra un aporte potencial reducido para el Estado Peruano, en contraste con el nivel de impacto ambiental que tiene, por lo que se debe tener en cuenta este hecho para definir políticas futuras de protección y recuperación de los bosques, dado su poco significativo aporte al Estado peruano.

- Además de las franjas metalogenéticas de cobre y oro, se tiene un importante potencial minero hacia la Cordillera Oriental, donde el INGEMMET, a partir del 2018, desarrollará estudios geológico-económicos por otros metales estratégicos.

- El presente estudio, es una primera aproximación al potencial minero, en la visión de cuantificar la riqueza generada que queda para el Estado Peruano acumulado hasta el 2050, el que será actualizado anualmente, con información cada vez más reciente de resultados de empresas y de información Geocientífica que genera el INGEMMET.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Quispe, J., Rivera, R.; Valencia, M., Chirif, H., Huanacuni, D., Rodriguez, I., Villarreal,E., Paico, D. & Santisteban, A. et al. (2010) - Memoria del mapa metalogenético del oro en Perú 2010. Lima: Ingemmet, 15 p.

- Baumgartner, R., Fontboté, I., Alvarez, H., Page, I., Ovtcharova, M., Spikings, R. & Vennemann, T. (2006). Geochronological, Fluid Inclusion and Isotopic Constraints in the Cerro de Pasco District, Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 13, Lima, 2006. Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 700-703.

- Bendezú, R., Fonboté, L. & Cosca, M. (2003). Relative Age of Cordilleran Base Metal Lode and Replcement Deposits, and High Sulfidation Au-(Ag) Epithermal Mineralization in the Colquijirca Mining District, Central Perú. Mineralium Deposita, 38(6), 683-694.

- Clark, A. H, Tosdal, R. M., Farrar, E. & Plazolles, A. (1990). Geomorphologic enviroment and age of supergene enrichment of the Cuajone, Quellaveco and Toquepala Pophyry Copper deposits, Southeastern Perú. Economic Geology, 85(7), 1604-1628.

- Colley, H. (1992). Medellin.unal.edu.co. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de http://www.unalmed.edu.co/rrodriguez/Epitermal/Oxford%20Brookes%20University%20-20Geology%20-%20GOLD2.htm

- Galley, A. G., Hannington, M. & Jonasson, I. (2007). Volcanogenic massive sulphide deposit. En W. D. Goodfellow (Ed.), Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods (pp. 141-161). Newfoundland and Labrador, Canada: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division.

- Groves, D. I., Bierlein, F. P., Meinert, L. D. & Hitzman, M. W. (2010). Iron Oxide Copper-Gold (IOCG) Deposits through Earth History: Implications for Origin, Lithospheric Setting, and Distinction from Other Epigenetic Iron Oxide Deposits. Economic Geology, 2010(105), 641-654.

- Haeberlin, Y., Moritz, R., Fontboté, L. & Cosca, M. A. (2004). Carboniferous orogenic gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Perú: geological and structural framework, paragenesis, alteration, and 40Ar/39Ar geochronology. Economic Geology, 99(1), 73-112.

- Higueras, P. y Oyarzun, R. (2012). UCLM.es. Castilla, España: Universidad de Castilla-La Mancha. Recuperado de http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/MarcoNuevo.htm

- Injoque, J. (2002). Fe Oxide-Cu-Au Deposits in Perú, an Integrated View. Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold and Related Deposits: A Global Perspective, 2002(2), 97-113.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2016). Inei.gob.pe. Lima, Perú: Instituto Peruano de Economía. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/cifras_de_pobreza/pobreza2016.pdf

- Instituto Peruano de Economía (2017). El Valor Agregado de la Minería en el Perú. Lima, Perú: Instituto de Estudios Energético Mineros.

- Lutgens, F. & Tarbuck, E., (2012), Essentials of Geology, New Jersey, Estados Unidos, Pearson.

- Minero Perú S.A. (1974). Potencial de Recursos Minerales del Perú. Octavo Congreso Mundial de Minería.

- Noble, D. C., Mckee, E., Petersen, U., Álvarez, A. & Yupanqui, M. (1995). The Cobriza copper skarn deposit, central Perú: Permian age, radiogenic lead isotope composition and association with two-mica granite. Sociedad Geológica del Perú, Volumen Jubilar Alberto Benavides, 239-242.
- Pfiffner, O. A. & Gonzáles, L. (2013). Mesozoic–Cenozoic Evolution of the Western Margin of South America: Case Study of the Peruvian Andes. Geosciences, 2013(3), 262-310.
- Sillitoe, R. H. (2010). Porphyry Copper System. Society of Economic Geology Inc. Economic
- Tassinari, C., Castroviejo, R., Rodrigues, J., Acosta, J & Pereira, E. (2010). Neoproterozoic ultramafic and mafic magmatism in the Eastern Cordillera of the Central Peruvian Andes: the Tapo Massif. XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes extendidos. Sociedad Geológica del Perú. Pub. Esp. N° 9(2010), Cusco p. 59-62.
- United States Geological Survey (2010). USGS.gov. Virginia, E.U.: U.S. Geological Survey. Recuperado de https://pubs.usgs.gov/sir/2010/5070/b/
- United States Geological Survey (2016). USGS.gov. Virginia, Estados Unidos: United States Geological Survey. Recuperado de https://www.usgs.gov/news/technical-announcement-usgs-puts-global-copper-assessments-map.
- Universidad del Pacífico (2013). “El Perú hacia 2062: Pensando juntos el futuro”. Centro de Investigación.
- White, N. & Hendesquist, J. (1995). Epithermal Gold Deposits: Styles, characteristics and exploration. SEG Newsletter, 1995(23), 9-13.

https://geofrik.com/2010/03/15/placas-tectonicas/
https://es.investing.com/commodities/

ANEXO A
EL VALOR AGREGADO DE LA MINERÍA EN EL PERÚ

El valor agregado de la minería en el Perú

Cuadro 12

Efecto total en los impuestos por cada S/. 1,000 de exportaciones mineras (en S/.)

Conceptos	Minería	Otros Sectores	Monto de impuestos S/.	%
Impuestos indirectos (IGV e ISC)		81.0	81.0	28.7
3era. categoría	94.0	22.4	116.4	41.2
4ta. categoría	1.5	1.2	2.6	0.9
5ta. categoría	10.2	8.0	18.2	6.4
Contribuciones sociales	20.2	15.9	36.1	12.8
Ragalías, IEM y GEM*	28.0		28.0	9.9
Total	**153.8**	**128.4**	**282.2**	**100**

Fuente: Instituto Peruano de Economía (2017)

ANEXO B
MATRICES DE TRABAJO

- Minas en operación
- Proyectos mineros en cartera
- Recursos mineros inferidos (de las minas en operación y proyectos en cartera)
- Proyectos de exploración - EIA-sd
- Prospectos potenciales

MATRIZ: MINAS EN OPERACIÓN

N°	Año de la fuente	Tipo de deposito	Unidad Minera	Ubicación	Commoditie	Ley	R(%)	Recursos	Reservas	Tonelaje	Tonelaje al 2016 (TMS)	Producción anual (TMS)	Vida Util	Referencia	Observaciones
1	2011	Epitermales indiferenciados	Alpacay	Arequipa	Au (g/T)	8.82	0.75		1,092,494	1,092,494	1,092,494	157,658	7	idad minera Alpac	-
2	2011	Epitermales indiferenciados	Alpacay	Arequipa	Ag (g/t)	2.51	0.75		1,092,494	1,092,494	1,092,494	157,658	7	idad minera Alpac	-
3	2016	metálicos con superposición epiter	Alpamarca	La Libertad	Ag (g/t)	75.26	0.85	1,792,000	725,000	2,517,000	2,517,000	1,353,506	2	Memoria 2016	-
4	2016	metálicos con superposición epiter	Alpamarca	La Libertad	Cu (%)	0.11	0.60	1,792,000	725,000	2,517,000	2,517,000	1,353,506	2	Memoria 2016	-
5	2016														
6	2016														
7	2016														
8	2016														
9	2016														
10	2016														
11	2016														
12	2016														
13	2016														
14	2016														
15	2016														
16	2016														
17	2016														
18	2016														
19	2016														
20	2012														
21	2012														
22	2016														
23	2016														
24	2016														
25	2016														
26	2016														
27	2016														
28	2016														
29	2016														
30	2016														
31	-														
32	-														
33	-														
34	2013														
35	2013														
36	2016														

Sitio web	Unidad	Inicio de Operación	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
cument/254860143	Grs.f	2000	1,042,909	1,042,909	1,042,909	1,042,909	1,042,909	1,042,909	1,042,909	1,042,909									
cument/254860143	kg.f	1950	297	297	297	297	297	297	297	297									
stas/Memoria%20	kg.f	1950	59,244	59,244	59,244														
stas/Memoria%20	TMF	1950	633	633	633														
stas/Memoria%20	TMF	1960	2,016	2,016	2,016														
stas/Memoria%20																			
-																			
-																			
-																			
-																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
eports_and_result																			
mayu-en-camino-a																			
mayu-en-camino-a																			
hildmining.com/e																			
hildmining.com/e																			
hildmining.com/e																			
hildmining.com/e																			
k/archivo/Memori																			
k/archivo/Memori																			
k/archivo/Memori																			
k/archivo/Memori																			
k/archivo/Memori																			
-																			
-																			
-																			
m.pe/inf_corporati																			
m.pe/inf_corporati																			
-																			

2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	Total	Elemento	Unidad	Precio unitario (US$)	Valor de venta (US$)	Maquila (15%)	Valor de venta final (US$)
									7,300,364	Au	Grs.f	41	298,107,459	44,716,119	253,391,340
									2,079	Ag	kg.f	540	1,122,935	168,440	954,495
									118,489	Ag	kg.f	540	63,999,664	9,599,950	54,399,714
									1,266	Cu	TMF	6,856	8,680,148	1,302,022	7,378,126
									14,029	Pb	TMF	2,421	33,964,382	5,094,657	28,869,725
									21,169	Zn	TMF	3,320	70,280,584	10,542,088	59,738,497
									1,764,373	Ag	kg.f	540	952,994,847	142,949,227	
									45,851	Cu	TMF	6,856	314,375,333	47,156,000	
													246,862,832	37,029,425	
													1,622,349,223	243,352,383	
651,440	651,440	651,440	652										10,555,909,209	1,583,386,381	8,972,522,828
443,625	443,625	443,625	443										91,249,687,620	13,687,453,143	77,562,234,477
13,112	13,112	13,112	13										952,334,083	142,850,112	809,483,971
4,667	4,667	4,667	4,										2,241,560,100	336,234,015	1,905,326,085
261,468	261,468	261,468	261										26,042,239,470	3,906,335,920	22,135,903,549
													3,365,073,762	504,761,064	2,860,312,698
													606,194,801	90,929,220	515,265,581
									5,092,177	Cu	TMF	6,856	34,913,839,433	5,237,075,915	29,676,763,518
									38,712	Mo	TMF	16,010	619,786,432	92,967,965	526,818,467
133,692	133,692	133,692	133,692	133,692	133,692	133,692	133,692	133,692	4,545,528	Au	Grs.f	41	185,614,818	27,842,223	157,772,595
26,750	26,750	26,750	26,750	26,750	26,750	26,750	26,750	26,750	909,500	Ag	kg.f	540	491,250,327	73,687,549	417,562,778
									4,098,024	Au	Grs.f	41	167,341,171	25,101,176	142,239,995
									1,225,255	Ag	kg.f	540	661,799,587	99,269,938	562,529,649
									5,628	Pb	TMF	2,421	13,625,407	2,043,811	11,581,596
									9,336	Zn	TMF	3,320	30,995,552	4,649,333	26,346,219
									6,195,364	Au	Grs.f	41	252,985,211	37,947,782	215,037,429
									956,009	Ag	kg.f	540	516,371,597	77,455,740	438,915,857
									18,200	Cu	TMF	6,856	124,785,898	18,717,885	106,068,013
									248,248	Pb	TMF	2,421	601,009,252	90,151,388	510,857,864
									333,774	Zn	TMF	3,320	1,108,130,815	166,219,622	941,911,193
									8,440,596	Au	Grs.f	41	344,668,372	51,700,256	292,968,116
									10,140	Ag	kg.f	540	5,476,942	821,541	4,655,400

Total: 83 minas

Descargar la matriz en:
http://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/descarga?id=9&str=DRME-MATRIZ-OPE-MIN

MATRIZ: PROYECTOS MINEROS EN CARTERA

N°	Año de la fuente	Estado del depósito mineral	Tipo de deposito	Unidad	Unidad	Ubicación	Zona	E UTM WGS84	N UTM WGS84	Empresa	Commodities	Vida Util	Referencia
1	2015	EN EXPLORACIÓN	Skarn	Accha (Titiminas)	Accha Zn/Pb	Cusco	19	185075	8453341	Zincore Metals Inc.	Pb (%)	5	Annual Report AR
2	2015	EN EXPLORACIÓN	Skarn	Accha (Titiminas)	Accha Zn/Pb	Cusco	19	185075	8453341	Zincore Metals Inc.	Zn (%)	5	Annual Report AR
3	2016	EN EXPLORACIÓN	Pórfidos de Cu-Mo	Antilla	Antilla Cu/Mo	Apurimac	18	718500	8414000	Panoro Minerals LTD	Cu (%)	20	PERU TOP 2017
4	2018												
5	-												
6	2015												
7	2015												
8	2015												
9	2015												
10	2011												
11	2011												
12	2011												
13	2007												
14	2015												
15	2015												
16	2015												
17	2014												
18	2014												
19	2014												
20	2014												
21	2015												
22	2015												
25	2015												
26	2015												
27	2015												
28	2015												
29	2015												
30	2015												
31	2014												
32	2014												
33	2014												
34	2016												
35	2016												
36	2016												
37	2010												
38	2010												
39	2010												

	Unidad	Inicio de proyecto	Produccion anual fina	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
r.com	TMF	2018	7,723		0	0	0	0	0															
r.com	TMF	2018	68,662		0	0	0	0	0															
	TMF	2022	44,064						0	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064	44,064
	TMF	2022	936						0	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936
	TMF	2021	[illegible]						[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	Total	Elemento	Unidad	Precio unitario (US$)	Valor economico (US$)	Maquila (15%)	Valor de venta final (US$)
hernpe														0	Pb (%)	TMF	2,421	0	0	0
hernpe														0	Zn (%)	TMF	3,320	0	0	0
hernpe														837,216	Cu (%)	TMF	6,856	5,740,260,991	861,039,149	4,879,221,843
hernpe														17,784	Mo (%)	TMF	16,010	284,721,840	42,708,276	242,013,564
enteco	44,064	44,064	44,064	44,064										0	Cu (%)	TMF	6,856	0	0	0
enteco	936	936	936	936										0	Au (g/T)	Grs.f	41	0	0	0
enteco																	[illegible]	0	0	0
h/en/ti																	[illegible]	0	0	0
tminin																	[illegible]	0	0	0
tminin																	[illegible]	0	0	0
tminin																	[illegible]	1,700,761,090	255,114,164	1,445,646,927
oro.co	1,388,333	1,388,333															[illegible]	637,401,125	95,610,169	541,790,956
oro.co	39,336	39,336															[illegible]	24,477,233,760	3,671,585,064	20,805,648,696
oro.co	119,000	119,000															[illegible]	1,452,990,000	217,948,500	1,235,041,500
oro.co	1,037,850	1,037,850															[illegible]	3,898,717,189	584,807,578	3,313,909,611
	232,841	232,841															[illegible]	2,545,613,315	381,841,997	2,163,771,317
	33,918	33,918															[illegible]	2,091,079,241	313,661,886	1,777,417,355
inerai	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	20,318	629,843	Zn (%)	TMF	3,320	730,485,622	109,572,843	620,912,779
inerai														17,888,889	Au (g/T)	Grs.f	41	123,330,209	18,499,531	104,830,677
ilsiere														228,333	Ag (g/T)	Kg.f	540	2,879,674,560	431,951,184	2,447,723,376
isiere														420,000	Cu (%)	TMF	6,856	15,031,611	2,254,742	12,776,869
isiere														939	Mo (%)	TMF	16,010	280,407,136	42,061,070	238,346,066
isiere														6,866,901	Au (g/T)	Grs.f	41	400,340,261	60,051,039	340,289,222
o.com/														741,189	Ag (g/T)	Kg.f	540	5,098,751,776	764,812,766	4,333,939,010
o.com/														743,652	Cu (%)	TMF	6,856	401,524,396	60,228,659	341,295,737
o.com/														25,080	Mo (%)	TMF	16,010	3,120,266,126	468,039,919	2,652,226,207
ngpres														76,412,310	Au (g/T)	Grs.f	41	1,031,818,923	154,772,838	877,046,084
ngpres	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	2,547,077	1,910,308	Ag (g/T)	Kg.f	540	29,825,200,800	4,473,780,120	25,351,420,680
	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	63,677	4,350,000	Cu (%)	TMF	6,856	1,378,320,159	206,748,024	1,171,572,135
isiere	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	145,000	86,091	Mo (%)	TMF	16,010	16,013,747	2,402,062	13,611,685
isiere	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	2,870	29,648	Ag (g/T)	Kg.f	540	124,421,369	18,663,205	105,758,163
isiere														18,147	Cu (%)	TMF	6,856	5,122,382,093	768,387,314	4,354,194,779
														1,542,945	Zn (%)	TMF	3,320	7,953,186,880	1,193,008,032	6,760,378,848
														1,160,000	Cu (%)	TMF	6,856			

Total: 40 proyectos

Descargar la matriz en:
http://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/descarga?id=9&str=DRME-MATRIZ-CART-PROY-MET-MIN

MATRIZ: RECURSOS MINEROS INFERIDOS

N°	Año de la fuente	Estado del depósito mineral	Tipo de deposito	Franja Met.	Unidad Minera	Región	Empresa	Commoditie	Recurso Inferido (TMS)	Producción Anual (TMS)	Unidad	Inicio de produccion	Produccion anual fina	2017	2018	2019	2020
1	2015	EN EXPLORACIÓN	Skarn	XV	Accha (Titiminas)	Cusco	ncore Metals I	Pb (%)	1,101,000	1,108,083	TMF	2023	7,723				
2	2015	EN EXPLORACIÓN	Skarn	XV	Accha (Titiminas)	Cusco	ncore Metals I	Zn (%)	1,101,000	1,108,083	TMF	2023	68,662				
3	2011	Operación	Epitermales indiferenciados	X	Alpacay	Arequipa	a Yanaquihua	Au (g/T)	2,115,000	157,658	Grs.f	2024	1,042,909				
4	2011	Operación	Epitermales indiferenciados	X	Alpacay	Arequipa	a Yanaquihua	Ag (g/t)	2,115,000	157,658	kg.f	2024	297				
5	2016	Operación	Polimetálicos con superposición epitermal	XVI	Alpamarca	La Libertad	compañía Mine	Ag (g/t)	1,653,000	1,353,506	kg.f	2019	59,244			59,244	
6	2016																
7	2016																
8	2016																
14	2016																
15	2016																
16	2016																
17	2016																
18	2016																
19	2016																
20	2016																
21	2016																
22	2016																
26	2016																
27	2016																
28	2016																
29	2016																
30	2016																
31	2016																
32	2016																
33	2016																
34	2016																
35	-																
36	-																
37	-																
38	2013																
39	2013																
40	2011																
41	2011																
42	2011																
43	2016																
44	2016																

N°	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	Total	Elemento	Unidad	Precio unitario (US$)	Valor economico (US$)	Maquila (15%)	Valor de venta final (US$)
14																7,723	Pb (%)	TMF	2,421	18,698,237	2,804,736	15,893,501
15																68,662	Zn (%)	TMF	3,320	227,959,377	34,193,907	193,765,471
16	1,042,909															13,557,820	Au (g/T)	Grs.f	41	553,601,025	83,040,153	470,560,870
17	297															3,861	Ag (g/t)	kg.f	540	2,085,451	312,818	1,772,633
18																59,244	Ag (g/t)	kg.f	540	31,999,832	4,799,975	27,199,857
19																633	Cu (%)	TMF	6,856	4,340,074	651,011	3,689,063
20																7,015	Pb (%)	TMF	2,421	16,982,191	2,547,329	14,434,863
21																10,584	Zn (%)	TMF	3,320	35,140,292	5,271,044	29,869,248
22																						1,196,336,377
26																						10,341,651,264
27																						107,931,196
28																						254,043,478
29																						2,951,453,807
30																						373,065,992
31																						67,208,554
32																						3,870,882,198
33																						68,715,452
34																						142,233,029
35																						562,529,649
36																						11,581,596
37																						26,346,219
38	442,526	442,5																				168,949,705
39	68,286	68,26																				344,862,459
40	1,300	1,30																				83,339,153
41	17,732	17,73																				401,388,322
42	23,841	23,84																				740,073,080
43																						48,825,628
44																1,690	Ag (g/t)	kg.f	540	912,824	136,924	775,900
																768	Cu (%)	TMF	6,856	5,265,691	789,854	4,475,837
																403,015	Au (g/t)	Grs.f	41	16,456,134	2,468,420	13,987,714
																5,381	Ag (g/t)	kg.f	540	2,906,218	435,933	2,470,285
															1,388,333	1,388,333	Au (g/T)	Grs.f	41	56,889,260	8,503,389	48,185,871
															39,336	39,336	Ag (g/t)	kg.f	540	21,246,704	3,187,006	18,059,699
															119,000	119,000	Cu (%)	TMF	6,856	815,907,792	122,386,169	693,521,623
																5,120,095	Au (g/t)	Grs.f	41	209,066,791	31,360,019	177,706,772
																1,955	Ag (g/t)	kg.f	540	1,055,959	158,394	897,565

Total: 73 registros
(operaciones y proyectos)

Descargar la matriz en:
http://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/descarga?id=9&str=DRME-MATRIZ-REC-MIN-MET-INFERIDOS

MATRIZ: PROYECTOS EIA- sd

N	Unidad	N POZOS	Ubicación	Zona	UTM WGS8	UTM WGS8	Empresa	Commoditie	Unidad	Reservas fi	Vida Útil	Sitio Web	Unidad	Inicio de proyecto	Producción anual fina	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2,025	2,026
1	Acoma	69	Puno	19	39400	8388607	Minera Oro Vega S.A.C.	Au	Oz	150,000	10		Gr.s.l	2025	466,552									466,552	466,552
2	Acumulacion Los Incas I	90	Ayacucho	18	534712	8346775	Kantkag Peruvian Mining Company S.A.C.	Au	Oz	200,000	10		Gr.s.l	2025	622,070									622,070	622,070
3	Adriana	140	Amazonas	17	778989	9652005	Compañía Minera Afrodita S.A.C.	Au	Oz	2,000,000	15		Gr.s.l	2025	4,147,130									4,147,130	4,147,130
4	Aleta	42	Cusco	19	177844	8448852	Minera Strait Gold Peru S.A.C.	Cu	TMV	300,000	10		TMV	2025	36,000									36,000	36,000
5	Amata	67	Moquegua	19	275492	8187179	Freeallo Peru S.A.C.	Au	Oz	200,000	10		Gr.s.l	2025	622,070									622,070	622,070
6	Amistad	No disponible	Ancash	18	229511	8995911	Polygold Minerals S.A.C.	Zn	TMV	21,000	10		TMV	2025	2,100									2,100	2,100
7	Amputo																								
8	Anamarag																								
9	Andesca																								
10	Anilina																								
11	Antapiata	No d																							
12	Aveiro	N																							
13	Atalaya																								
14	Atalaya																								
15	Aguelica																								
16	Aguelica - Sn																								
17	Ayc																								
18	A																								
19	Be																								
20	Be																								
21	Be																								
22	B																								
23	B																								
24	B																								
25	C																								
26	Cap																								
27																									
28	C																								
29	C																								
30	Cer																								
31	Cer																								
32	Cha																								
33	Chanape																								
34	Chipaq																								
35	Colonia I	No d																							
36	Coriaraiha																								
37	Cosmico Alto 2	N																							
38	Coroccohuayco-																								
39	Coroccohuayco-																								
40	Coroccohuayco-																								
41	Cotaruse	No d																							
42	Cristo De Los Andes 1																								
43	CruceiRaio acotal																								
44	Cisco																								
45	Cisco																								

2,033	2,034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	Total	Elemento	Unidad	Precio unitario (US$)	Valor economico (US$)	Maquila (15%)	Valor de venta final (US$)	Ingreso a la Nación - 28% (US$)
466,552	466,552																	4,665,522	Au	Gr.s.l	41	190,514,712	28,577,207	161,937,506	45,342,502
622,070	622,070																	6,220,698	Au	Gr.s.l	41	254,099,617	38,102,942	215,996,674	60,456,669
4,147,130	4,147,130	4,147,130	4,147,130	4,147,130	4,147,130	4,147,130												62,206,956	Au	Gr.s.l	41	2,540,396,365	381,029,425	2,159,366,741	604,616,687
36,000	36,000																	360,000	Cu	TMV	6,956	2,460,292,400	369,243,872	2,090,948,608	585,453,690
622,070	622,070																	6,220,698	Au	Gr.s.l	41	254,099,617	38,102,942	215,996,674	60,456,669
2,100	2,100																	21,000	Zn	TMV	3,326	69,720,071	10,458,011	59,262,061	16,593,377
466,552	466,552																	4,665,522	Au	Gr.s.l	41	190,514,712	28,577,207	161,937,506	45,342,502
113,603	113,603																	1,136,025	Zn	TMV	3,326	3,779,606,862	565,741,029	3,205,865,833	897,642,433
311,635	311,635																	3,116,348	Au	Gr.s.l	41	127,303,938	19,095,471	107,958,337	30,228,324
1,866,209	1,866,209																	18,662,087	Au	Gr.s.l	41	762,658,950	114,398,827	647,260,022	181,270,886
311,635	311,635																	3,116,348	Au	Gr.s.l	41	127,303,938	19,095,471	107,958,337	30,228,324
7,050,122	7,050,122	7,050,122	7,050,122	7,050,122	7,050,122	7,050,122												########	Au	Gr.s.l	41	4,318,332,481	647,749,872	3,670,582,459	1,027,763,369
50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000												750,000	Cu	TMV	6,956	5,142,276,000	771,341,400	4,370,934,600	1,223,861,688
9,331,043	9,331,043	9,331,043	9,331,043	9,331,043	9,331,043	9,331,043												########	Au	Gr.s.l	41	5,715,441,372	857,316,206	4,858,125,166	1,360,275,047
10,000	10,000																	100,000	Zn	TMV	3,326	332,600,340	49,890,051	282,710,289	79,118,081
829,426	829,426	829,426	829,426	829,426	829,426	829,426												12,441,391	Au	Gr.s.l	41	5,098,938,233	764,840,735	4,334,097,498	1,213,347,329
133,333	133,333	133,333	133,333	133,333	133,333	133,333												2,000,000	Cu	TMV	6,956	13,912,736,000	2,086,910,400	11,825,825,600	3,310,231,168
907	907																	9,074	Ag	Kg.s.l	540	4,901,170	735,192	4,166,978	1,166,459
466,552	466,552																	4,665,522	Au	Gr.s.l	41	190,514,712	28,577,207	161,937,506	45,342,502
37,324	37,324																	373,242	Ag	Kg.s.l	540	201,550,907	30,232,636	171,318,270	47,968,716
466,552	466,552																	4,665,522	Au	Gr.s.l	41	190,514,712	28,577,207	161,937,506	45,342,502
1,926,667	1,926,667	1,926,667	1,926,667	1,926,667	1,926,667	1,926,667												19,266,666	Au	Gr.s.l	41	1,786,119,948	267,917,991	1,518,201,957	424,904,548
52,020	52,020	52,020	52,020	52,020	52,020	52,020												780,300	Ag	Kg.s.l	540	421,605,234	63,240,785	358,364,449	100,302,046
156,060	156,060	156,060	156,060	156,060	156,060	156,060												2,340,900	Cu	TMV	6,956	16,278,071,851	2,441,710,778	13,836,361,074	3,873,901,101
36,000	36,000																	360,000	Cu	TMV	6,956	2,460,292,400	369,043,872	2,091,248,528	585,549,588
67,500	67,500																	675,000	Cu	TMV	6,956	4,620,549,400	693,082,410	3,927,467,000	1,099,490,760
933,104	933,104																	9,331,043	Au	Gr.s.l	41	381,023,425	57,154,414	323,870,011	90,683,603
1,642	1,642																	16,423	Ag	Kg.s.l	540	8,870,206	1,330,553	7,539,653	2,110,103
2,300	2,300																	23,000	Pb	TMV	2,421	55,683,079	8,352,462	47,330,616	13,252,573

Total: 128 proyectos de exploración
(Estudios de Impacto Ambiental Semidetallados)

Descargar la matriz en:
http://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/descarga?id=9&str=DRME-MATRIZ-PROY-MIN-MET-EIA-SD

MATRIZ: PROSPECTOS POTENCIALES

N°	Tipo de Deposito	Unidad	Region	Zona	Este	Norte	Commoditie	Vida Util	Unidad	Inicio del proyecto	Producción anual fina	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	Epitermales indiferenciados	D-Are-1-Au	Arequipa	19	192710	8321001	Au	10	Grs.f	2033	311,035						
2	Óxidos de Fe-Cu-Au (IOCG)	D-Are-2-Fe	Arequipa	18	528583.3561	8298545.562	Fe	15	TMf	2033	400,000						
3	Epitermales indiferenciados	D-Are-3-Au	Arequipa	18	804722.294	8321363.899	Au	10	Grs.f	2033	1,555,174						
4	Epitermales indiferenciados	D-La -1-Au	La Libertad	17	780163.9083	9065950.034	Au	10	Grs.f	2033	311,035						
5	Epitermales indiferenciados	D-Apu-1-Au	Apurimac	18	753166.8054	8445910.788	Au	10	Grs.f	2033	311,035						
6	Porfido de Cu	D-Apu-2-Cu	Apurimac	18	716128.3026	8399349.629	Cu	10	TMf	2033	10,000						
7	Skarn	D-Anc-1-Cu	Ancash				Cu	15	TMf	2033	66,667						
8																	

N°	2.037	2.038	2.039	2.040	2.041	2.042	2.043	2.044	2.045	2.046	2.047	2.048	2.049	2.050	Total	Elemento	Unidad	Precio unitario (US$)	Valor economico (US$)	Maquila (15%)	Valor de venta final (US$)	Ingreso a la Nación 28% (US$)
9																						
10																						
11	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035									3,110,348	Au	Grs.f	41	127,003,588	19,050,538	107,953,049	30,226,854
12	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000	400,000				6,000,000	Fe	TMf	70	420,000,000	63,000,000	357,000,000	99,960,000
13	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174									15,551,739	Au	Grs.f	41	635,017,938	95,252,691	539,765,247	151,134,269
14	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035									3,110,348	Au	Grs.f	41	127,003,588	19,050,538	107,953,049	30,226,854
15	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035	311,035									3,110,348	Au	Grs.f	41	127,003,588	19,050,538	107,953,049	30,226,854
16	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000									100,000	Cu	TMf	6,856	685,600,000	102,840,000	582,760,000	163,172,800
17	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667	66,667				1,000,000	Cu	TMf	6,856	6,856,368,000	1,028,455,200	5,827,912,800	1,631,815,584
18	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333				500,000	Zn	TMf	3,320	1,660,001,700	249,000,255	1,411,001,445	395,080,405
19	311,035	311,035	31																		107,953,049	30,226,854
20	133,333	133,333	1																		11,655,825,600	3,263,631,168
21	66,667	66,667	1																		5,827,912,800	1,631,815,584
22	155,517	155,517	1																		53,976,525	15,113,427
23	33,333	33,333																			2,913,956,400	815,907,792
24	933,104	933,104	5																		323,859,148	90,680,562
25	622,070	622,070	6																		215,906,099	60,453,708
26	6,221	6,221																			28,559,988	7,996,797
27	155,517	155,517	1																		53,976,525	15,113,427
28	622,070	622,070	6																		215,906,099	60,453,708
29	155,517	155,517	1																		53,976,525	15,113,427
30	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333				500,000	Cu	TMf	6,856	3,428,184,000	514,227,600	2,913,956,400	815,907,792
31	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517									1,555,174	Au	Grs.f	41	63,501,794	9,525,269	53,976,525	15,113,427
32	466,552	466,552	466,552	466,552	466,552	466,552									4,665,522	Au	Grs.f	41	190,505,381	28,575,807	161,929,574	45,340,281
33	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000									200,000	Cu	TMf	6,856	1,371,273,600	205,691,040	1,165,582,560	326,363,117
34	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517									1,555,174	Au	Grs.f	41	63,501,794	9,525,269	53,976,525	15,113,427
35	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174	1,555,174				23,327,609	Au	Grs.f	41	952,526,907	142,879,036	809,647,871	226,701,404
36	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333	233,333				3,500,000	Cu	TMf	6,856	23,997,288,000	3,599,593,200	20,397,694,800	5,711,354,544
37	1,244,139	1,244,139	1,244,139	1,244,139	1,244,139	1,244,139									12,441,391	Au	Grs.f	41	508,014,350	76,202,153	431,812,198	120,907,415
38	622,070	622,070	622,070	622,070	622,070	622,070									6,220,696	Au	Grs.f	41	254,007,175	38,101,076	215,906,099	60,453,708
39	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000									250,000	Zn	TMf	3,320	830,000,850	124,500,128	705,500,723	197,540,202
40	933,104	933,104	933,104	933,104	933,104	933,104									9,331,043	Au	Grs.f	41	381,010,765	57,151,614	323,859,148	90,680,562
41	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667	6,666,667				100,000,000	Fe	TMf	70	7,000,000,000	1,050,000,000	5,950,000,000	1,666,000,000
	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333				500,000	Cu	TMf	6,856	3,428,184,000	514,227,600	2,913,956,400	815,907,792
	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333	33,333				500,000	Cu	TMf	6,856	3,428,184,000	514,227,600	2,913,956,400	815,907,792
	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517	155,517									1,555,174	Au	Grs.f	41	63,501,794	9,525,269	53,976,525	15,113,427
	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000									350,000	Cu	TMf	6,856	2,399,728,800	359,959,320	2,039,769,480	571,135,454
	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000									370,000	Zn	TMf	3,320	1,228,401,258	184,260,189	1,044,141,069	292,359,499
	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667	6,667				100,000	Cu	TMf	6,856	685,636,800	102,845,520	582,791,280	163,181,558
	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000									50,000	Zn	TMf	3,320	166,000,170	24,900,026	141,100,145	39,508,040
	622,070	622,070	622,070	622,070	622,070	622,070									6,220,696	Au	Grs.f	41	254,007,175	38,101,076	215,906,099	60,453,708
	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000				300,000,000	Fe	TMf	70	21,000,000,000	3,150,000,000	17,850,000,000	4,998,000,000
	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000									200,000	Cu	TMf	6,856	1,371,273,600	205,691,040	1,165,582,560	326,363,117

Total: 238 prospectos

Descargar la matriz en:
http://geocatminapp.ingemmet.gob.pe/descarga?id=9&str=DRME-MATRIZ-POT-MIN-MET

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono: 051 - 1- 618 9800
Fax: 051-1-225-3063 I 051-1-225-4540
www.ingemmet.gob.pe
comunicacion@ingemmet.gob.pe