

CRÉDITOS

COMITÉ EDITOR

Gustayo Luyo Velit
César Salazar Loayza
Humberto Chirif Rivera
Lionel Fidel Smoll
Victor Carlotto Caillaux

EDICIÓN GENERAL

Jackeline Reyes Infantes

EDICIÓN GRÁFICA

Giovanna Alfaro Olivera

CORRECCIÓN DE ESTILO

Juan Enrique Quiroz Vela

DISEÑO DE INTERIORES

Ana Luis Andrade
Nuria Chambi Moloche

FOTOGRAFÍA

Archivo INGEMMET

COLABORADORES

Fluquer Peña Laureano
Griselda Luque Poma
Lionel Fidel Smoll
Luis Barranzuela Farfán
Luis Enrique Vargas Rodríguez
Pedro Navarro Colque
Victor Carlotto Caillaux

Contenido

3

Editorial

32 años del INGEMMET

5

Geociencias

- Las aguas subterráneas en el Perú: análisis situacional y objetivos futuros.
- Geólogos en Machu Picchu: geología de la ciudad inca y los fenómenos de geodinámica externa.
- El laboratorio de la Tierra: la geoquímica y sus aplicaciones
- El Grupo Calipuy: rocas volcánicas y depósitos de oro en el norte del Perú.
- Geología aplicada a la ingeniería.

35

Catastro y Minería

- Impuestos mineros: derecho de vigencia y penalidad

40

Generando capacidades

- Talleres sobre energía geotérmica en el sur del país.
- INGEMMET realizó capacitación para el personal de sus órganos desconcentrados.
- Estudio de lahares permitirá la elaboración de mapas de peligro volcánico.
- Curso sobre avalanchas volcánicas en Arequipa.

44

INGEMMET difunde

- Concesiones mineras: algunas precisiones.

46

Novedades

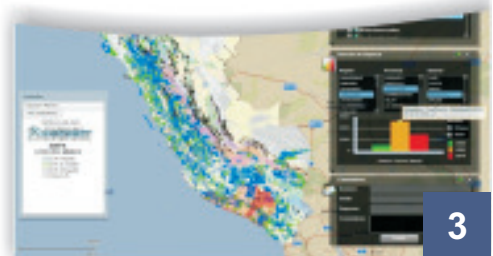
- Geología de la ciudad de las pirámides



Contacto

comunicacion@ingemmet.gob.pe

Giovanna Alfaro / galfaro@ingemmet.gob.pe
Jackeline Reyes / jreyes@ingemmet.gob.pe



INGEMMET

32 años

al servicio del país

A lo largo de 32 años el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMMET, ha evolucionado en sus objetivos y en su quehacer. Para muestra solo observemos la última fusión realizada en el 2007 con el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero (INACC) que trajo como consecuencia el replanteamiento del rumbo institucional dedicado anteriormente solo al desarrollo de la investigación geológica. Actualmente el INGEMMET tiene dos funciones:

- ▮ Conducir el Procedimiento Ordinario Minero
- ▮ Conocer la geología y los recursos minerales del territorio.

Estos enfoques contribuyen al desarrollo de la investigación y de la inversión minera en el país, la cual tiene como fin último el desarrollo del Perú a través del progreso económico que pueda traer la actividad extractiva a los pueblos. Por ello consideramos imprescindible que los y las peruanas conozcan el trabajo de esta institución, pues siendo el Perú un país esencialmente minero, debemos conocer qué hace y qué puede hacer el INGEMMET para la mejora de la calidad de vida del país.

Para otorgar títulos, INGEMMET tiene tres direcciones:

a) Concesiones

Vela por la estricta aplicación del llamado Procedimiento Ordinario Minero, que desde 1992, constituye un procedimiento eficiente, transparente y seguro garantizando que todos los petitorios (solicitudes) sean procesados a nivel nacional en forma homogénea y no discrecional.

La cantidad de petitorios representa un buen indicador de "atracción minera" para las inversiones locales y extranjeras. Cuando las condiciones son favorables (altos precios de los metales, sólidas



condiciones macroeconómicas, estabilidad de cambio, tributación competitiva, buena información geológica, etc.) los petitorios se desbordan. Cuando alguna de las condiciones se complica, los petitorios se reducen.

Los petitorios expresan el deseo de los mineros por explorar. Las exploraciones se orientan a buscar minerales. Los minerales encontrados constituyen proyectos mineros. Los proyectos mineros requieren inversiones. Las inversiones mineras bien administradas generan riqueza privada, tributos, empleo, y dinamizan la economía local y regional protegiendo el ambiente con plantas de tratamiento de efluentes. La exploración es para la industria minera lo que el torrente sanguíneo es para el cuerpo humano. Estando las minas ubicadas en lugares deprimidos económicamente, el Estado adopta el rol de promocionar las inversiones mineras. Esta es la razón por la que existe una División de Promoción Minera en el Ministerio de Energía y Minas.

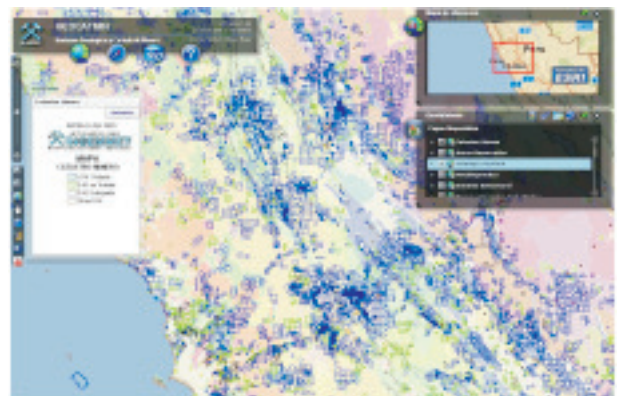
Hasta el mes de Abril 2011, el sector minero privado tuvo un desempeño vigoroso. Los usuarios han respondido favorablemente, colocando un promedio de 400 petitorios mensuales. El procesamiento de un petitorio en área libre se hace en cinco meses y en área que requiere opinión favorable de otros sectores (Ambiente, Agricultura, Defensa, Municipalidades, etc.) toma entre diez y doce meses.

A partir de Mayo 2011, en que se dio la norma de Consulta Previa al título de Concesión Minera este entusiasmo se ha reducido. Se espera que la próxima Ley de la Consulta a debatirse en el Congreso establezca un procedimiento equilibrado entre la necesidad de seguir promocionando las inversiones mineras y la necesidad de respetar los

derechos de las comunidades andinas a participar en las decisiones que afectan a sus bienes. Esta Ley debe ser de carácter general pues se debe aplicar a proyectos de diversa índole: mineros, energéticos, viales, irrigaciones, etc.

En opinión del suscrito, es posible reducir las inquietudes comunales normando una participación económica de los propietarios de los terrenos superficiales en que se desarrollan las minas, en los beneficios del proyecto minero. Esta medida sería similar a la que se adoptó el 11 de Noviembre de 1996 con el DL No. 892 para resolver la participación laboral complementaria de los trabajadores mineros. Desde aquella época, los conflictos mineros por reclamos de los trabajadores mineros son prácticamente inexistentes. Esto demuestra que en la mayoría de los casos los conflictos tienen un fondo económico insatisfecho. La cuantificación de esta participación debe ser analizada, pero se estima que un 3% de las utilidades, antes de impuestos, sería un porcentaje ponderado para ambas partes (la empresa y el propietario del terreno superficial). Además, es pertinente recordar que el Canon, Regalías y otros beneficios, se distribuyen únicamente entre las autoridades políticas de la zona minera, mientras que las comunidades son excluidas del reparto.

b) Catastro



Se ocupa de graficar en el mapa del Perú, los petitorios (para garantizar el principio de “el primero en llegar, el primero en derecho”) y los títulos otorgados. El Catastro minero peruano basado en el cuadrillado del territorio nacional, que asigna lotes mineros pre-establecidos de 1km. x 1km., con respeto a todos los derechos prioritarios, es objeto de curiosidad y apreciación internacional por su singularidad y desarrollo pionero.

El Perú requiere un desarrollo catastral paralelo de los otros sectores con el objeto de facilitar la administración consistente de sus sectores productivos y sociales. El proyecto de desarrollo integral de los Catastros Nacionales liderado por la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos debería ser potenciado, para que sirva de base a los planes de Ordenamiento Territorial.

Ambos, el Procedimiento Ordinario Minero y el Catastro, representan la garantía de desarrollo minero homogéneo de los derechos mineros a nivel nacional. Con este fin, se necesita realizar intensas jornadas de capacitación en los gobiernos regionales.

El Catastro de Áreas Restringidas al sector minero, es competencia de otras instituciones. Se requiere mayor explicación de los fundamentos que definen estas áreas de exclusión minera, ya que existen muchas zonas que con técnicas específicas podrían ser económicamente aprovechadas por mineros comprometidos con el cuidado ambiental.

En base a este desarrollo georeferenciado, INGEMMET ha diseñado el GEOCATMIN, que es un programa informático que permite la interacción y correlación gráfica de diversas capas de información técnica del territorio. A la fecha, se cuenta con más de 60 capas de información que pueden analizarse separadamente o en forma simultánea.

Un proyecto importante que se viene ejecutando es la transformación del Datum original del catastro, que es el PSAD 56, al Datum universalmente utilizado en la actualidad, que es el WGS84.

c) Derecho de Vigencia

Esta División constituye una importante herramienta de gestión económica. De Enero a Junio del 2011, ha colectado US\$60M, de los cuales US\$48M es diligentemente distribuido cada mes a las Municipalidades Provinciales y Distritales del país. Además, define la vigencia de los derechos mineros existentes, controlando los pagos individuales que realizan los mineros. En colaboración con la Dirección General de Minería, administra el pago de las penalidades que se aplican para salvaguardar el dinamismo minero de las concesiones.

Para conocer la geología del territorio nacional, INGEMMET tiene tres direcciones: Geología Regional, Geología Ambiental y Riesgo Geológico y Recursos Minerales y Energéticos.

a) Geología Regional



A cargo del levantamiento de la Carta Geológica del país, en la que se detalla las principales rocas que constituyen el suelo y el subsuelo territorial. En 1999 se concluyó la Carta Geológica a escala 1:100,000 y a la fecha se viene realizando su primera revisión que esperamos concluir en el año 2014. Muchos de los levantamientos actuales se hacen a escala 1:50,000, por lo que se espera tener, a su conclusión, una herramienta muy útil para los exploradores mineros y para los planificadores de la infraestructura del territorio nacional.

Existen dos proyectos que fortalecerán significativamente su desempeño: el laboratorio de geocronología, para datar rocas, por US\$2.5M, y el levantamiento aeromagnetométrico del territorio, por US\$2.5M. Estas inversiones pondrán al Perú a nivel competitivo internacional en lo que se refiere a conocimiento geológico de cada país.

b) Geología Económica

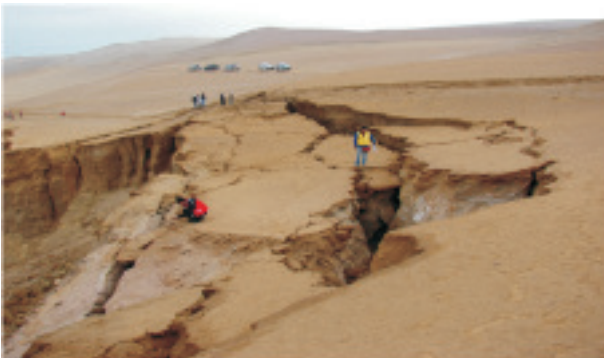
Esta División trata de comprender e identificar los criterios que explican las diferentes concentraciones de metales y no metales en el territorio nacional. A la fecha ha desarrollado el Mapa Metalogenético del país a escala 1:100,000. Su revisión es constante para estar al día con las nuevas teorías de génesis de yacimientos minerales.



Una de las principales herramientas de estudio lo constituye la geoquímica de sedimentos. A la fecha se tiene un Convenio con el Servicio Geológico de China en el cual se prioriza esta tecnología.

Entre los proyectos futuros se programa ayudar a los gobiernos regionales en la Evaluación de sus Recursos Minerales Regionales, que debe servir de base para los respectivos Planes de Ordenamiento Territorial que cada Región tiene encargado desarrollar. Se estima que conocidos los recursos (probados, probables y potenciales) sobre todo del agua subterránea, se podrá tener una mejor opción para desarrollar dichos planes.

c) Riesgo Geológico



Se ocupa de estudiar la geodinámica en los Andes, con el objeto de comprender, identificar, inventariar y clasificar los movimientos en masa que junto con los abruptos relieves y la intensa meteorización, amenazan la vida y la salud de los peruanos. Se colabora estrechamente con el Instituto de Defensa Civil, gobiernos regionales y locales, y se desarrolla informes específicos de cada ocurrencia.

De Enero a Junio del 2011 se han desarrollado 23 informes sobre riesgo geológico. Además se cuenta con una sección dedicada a la hidrogeología que debe ampliar sus recursos para contribuir sustantivamente

a la evaluación nacional de este vital elemento. En Arequipa, se tiene una sección de monitoreo de volcanes cuyo objetivo es complementar los riesgos geológicos del Sur del Perú. La utilidad de esta actividad se refleja en la oficialización de sus informes para fines de planeamiento urbano de la Municipalidad Provincial de Arequipa.

Finalmente cabe resaltar el papel y la posición del INGEMMET en algunos temas coyunturales de la actividad minera como:

INFORMALIDAD MINERA

Dado que este singular problema existe en todos los sectores económicos que sustentan la micro y la macroeconomía nacional, INGEMMET participó en la idea de crear un organismo ad-hoc que enfrente este problema en forma integral, independiente y sostenida.

La minería informal demanda encarar los siguientes problemas:

- Legal, para ajustarse a las normas que rigen la apertura de empresas formales. Es posible que en ciertos casos sea necesario revisar las normas para evitar la sub regulación, en algunos casos, y la sobrerregulación, en otros. El proceso debería iniciarse con un empadronamiento voluntario de los interesados en formalizarse. Estos voluntarios tendrían un período de gracia durante el cual cumplan con llenar los requisitos para integrarse al gran mundo de la formalidad.
- Empresarial, que permita difundir los principios de la sociedades corporativas, ya que al igual que el minifundio en la agricultura, los esfuerzos personales son de limitado crecimiento.
- Técnico, para aumentar la productividad y la seguridad de las operaciones mineras. En el aspecto metalúrgico se requiere difundir la tecnología que involucre gravimetría, flotación y fundición, por ser la más "amigable" con el ambiente.
- Comercial, para establecer los mecanismos que permitan identificar a las organizaciones informales con fachada formal, que comercializan insumos y productos minerales.
- Social, que permita integrar a mineros, operadores de plantas, comercializadores, proveedores de insumos y sociedad civil de cada localidad, en un esfuerzo común para limar las aristas que obstruyen la convivencia laboral pacífica.

Ing. Walter Casquino
PRESIDENTE INGEMMET

Las aguas subterráneas en el Perú

Análisis situacional y objetivos futuros

Fluquer Peña
Dirección de Geología Ambiental
fpena@ingemmet.gob.pe

Cuando hablamos de problemas de abastecimiento de agua pensamos generalmente en ríos secándose, en lagos disminuidos o en glaciares derritiéndose. Sin embargo muchos ignoramos que bajo nuestros pies existe un inmenso potencial en aguas subterráneas que puede ser aprovechado. Desconocer esto constituye un problema que el INGEMMET intenta solucionar a través de estudios hidrogeológicos* que contribuyan a una mejor gestión del agua en el país.

Introducción

Las últimas y notorias variaciones del clima en el Perú, nos presentan escenarios de incertidumbre frente al cambio climático que venimos atravesando. Los cambios de temperatura, disminución y aumento de humedad relativa en distintas regiones, la mayor concentración de la precipitación en la parte sur y oriente, el intenso frío en la región alto andina, etc., generan cambios ocasionales en el normal funcionamiento del ciclo hidrológico que tiene el territorio peruano. Si estos cambios persisten y se agravan en el futuro, los caudales de aguas superficiales y la recarga de los principales acuíferos se verán afectados, lo que sumado al aumento de las poblaciones y la demanda traerá como consecuencia el desabastecimiento del agua.

Actualmente el agua subterránea, constituye un recurso estratégico, en función de su naturaleza. Existe una serie de factores que potencian su utilización, entre los que destacan: su ubicación geográfica, su calidad y su fácil protección ante un peligro de contaminación, aunque esta tiene sus limitaciones y las características de las aguas pueden verse alteradas por efectos que sean persistentes en el tiempo.

La gran mayoría de aguas subterráneas son de calidad para ser usadas en consumo humano y riego, su composición química depende del ambiente y tiempo de circulación en las rocas y suelos permea-

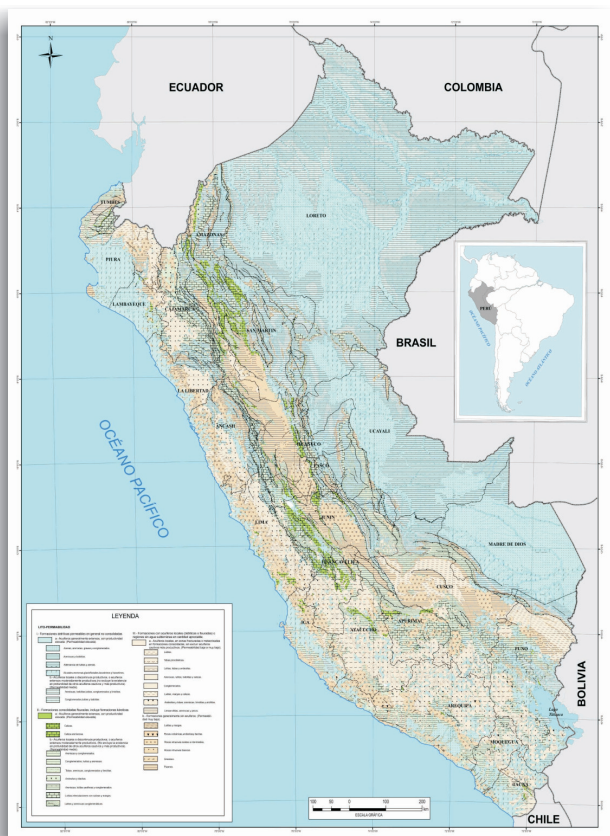
bles, de donde adquiere sus componentes físicos y químicos. Para entender mejor el funcionamiento, el ambiente de formación, la circulación y acumulación de aguas subterráneas en un reservorio acuífero, en el Perú y el mundo se ha desarrollado con máximo interés la especialidad de hidrogeología.

La hidrogeología en el Perú

La hidrogeología en el Perú comenzó en el año 1957 con un grupo reducido de investigadores y el apoyo de la United States Geological Survey. Se realizaron los primeros estudios hidrogeológicos en la parte central y norte de la costa peruana, determinando las principales características de acuíferos costeros principalmente en Lima, Chiclayo y Chancay. En 1961, el ex Ministerio de Fomento y Obras Públicas, constituyó la Comisión Nacional de Aguas Subterráneas, contando con el apoyo de la cooperación francesa. Durante los años 1962-1966, desarrollaron programas de prospección hidrogeológica en acuíferos porosos no consolidados en varios valles de la costa peruana. Este trabajo puso en evidencia dos grandes reservorios: el acuífero de las pampas de Villacurí, interconectado con el valle de Ica (Región Ica), y el acuífero la Yarada, ubicado en la cuenca del río Caplina (Región Tacna).

A partir de 1965, el Ministerio de Agricultura creó la Sub-Dirección de Aguas Subterráneas, desarrollando numerosos estudios de prospección y exploración hidrogeológica, conociéndose así, las características

*Hidrogeología: rama de la geología que estudia las aguas subterráneas



Versión preliminar del Mapa Hidrogeológico del Perú trabajado en colaboración con el Servicio Geológico de España. Puede ser revisado digitalmente en el GEOCATMIN (<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/>)

hidrogeológicas en los acuíferos de Piura, Trujillo, Zorritos (Tumbes) y, en la Región Lima, los valles de Chillón, Rímac y Lurín. Uno de los productos principales de estos estudios fue la Carta Hidrogeológica de la Gran Lima, elaborada a escala 1:50.000 y publicada en 1971, que fue desarrollada con el apoyo técnico de la Universidad Estrasburgo de Francia. Posteriormente, la Sub-Dirección de Aguas Subterráneas, pasa a ser la Dirección General de Aguas y Suelos del Ministerio de Agricultura (DGAS), la cual realiza muchos proyectos de infraestructura hidráulica utilizando las aguas subterráneas y aguas superficiales en forma conjunta. Estos trabajos se desarrollan en lugares puntuales de la costa, sierra y selva.

El 27 de noviembre de 1992, por Decreto Ley N° 25902, se creó el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), adscrito al Ministerio de Agricultura, quienes descentralizan las funciones de gestión e investigación en aguas subterráneas, a través las Intendencias de Recursos Hídricos que funcionan en cada departamento del país. El INRENA, entre los años 1997 y 2004 realizó estudios detallados en 33 valles (32 en la vertiente del Pacífico y uno en el Atlántico), logrando

determinar reservas totales (10.222,27 MMC), almacenadas en ocho acuíferos detríticos. También logra ubicar sectores favorables para la perforación de nuevos pozos profundos (691 pozos), elabora cartas hidrogeológicas de seis valles, actualiza la información sobre las fuentes de agua subterránea (32 531,00 pozos y 360 surgencias y/o manantiales), determina la masa total de agua explotada en 33 acuíferos (1 267,05 MMC) y finalmente, establece la calidad de las aguas subterráneas para riego y uso poblacional.

El 13 de marzo del 2008, con el Decreto Legislativo N° 997, se crea La Autoridad Nacional del Agua (ANA), que se convierte en el ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Recursos Hídricos. El ANA absorbe las intendencias de recursos hídricos (antigua INRENA), y continúa con los estudios hidrogeológicos, limitándose a trabajar solo en los valles de la costa peruana. Para optimizar la gestión de recursos hídricos, el ANA se viene implementando con la visión de cuenca hidrográfica. Ha creado 14 Autoridades Administrativas del Agua (AAA), que agrupan de tres a ocho cuencas. Además se tienen Autoridades Locales del Agua (ALA), con jurisdicción en cada una de las cuencas hidrográficas que tiene el país en sus tres regiones.

Paralelamente, en las últimas dos décadas, numerosas instituciones públicas y privadas (minería, agricultura de exportación, industria, empresas consultoras, etc.), han desarrollado trabajos de prospección, exploración y explotación de aguas subterráneas. Las técnicas geofísicas, hidroquímicas, la teledetección, los modelos matemáticos, los trazadores, las perforaciones diamantinas, han pasado ser parte de la metodología habitual en los estudios hidrogeológicos.

El Programa Nacional de Hidrogeología en INGEMMET

El año 2002, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), con una amplia visión del territorio peruano, dio inicio al Programa Nacional de Hidrogeología, contando con el apoyo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). El año 2004 se publicó el primer mapa hidrogeológico de todo el territorio peruano, a escala 1:2'000 000,00 con las siguientes características:

- Se consideraron las propiedades hidráulicas de las formaciones geológicas, en función de su estado actual: consolidados, no consolidados,

tipo de porosidad, litología, ubicación y presión hidrostática del agua contenida.

- La reclasificación del mapa geológico; se atribuyó a los diferentes códigos de este mapa, una nomenclatura de carácter hidrogeológico, aprovechando el conocimiento de campo de las diferentes formaciones geológicas.
- La preparación de una tabla con códigos, descripción, color de leyenda hidrogeológica y trama hidrogeológica atribuida.
- En este mapa, se ha incluido una leyenda hidrogeológica de acuerdo con el formato de tramas litológicas y la lista de simbología que propone la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH).

Sin lugar a dudas, el Mapa Hidrogeológico del Perú, fue el comienzo para el desarrollo de numerosos estudios hidrogeológicos en el INGEMMET, contribuyendo con ello a la generación del conocimiento y al desarrollo de una investigación más detallada de las aguas subterráneas. A partir del año 2006, se consolida el Programa Nacional de Hidrogeología, de manera sostenida, con la realización en los planes anuales de estudios hidrogeológicos que llevan como componente principal los mapas hidrogeológicos a escala 1:100 000 y, tomando como unidad de análisis la cuenca hidrográfica.

Desde el 2006 a la fecha se ha estudiado 12 cuencas, todas en la vertiente del Océano Pacífico. Los estudios se desarrollan considerando las características litológicas y estructurales de las formaciones geológicas (unidades permeables e impermeables), los puntos de surgencia de aguas subterráneas (manantiales, aniegos, galerías filtrantes, pozos, sondeo, etc.), el cálculo de parámetros hidrogeológicos (porosidad, permeabilidad, transmisibilidad, etc.), la hidroquímica de las aguas, el análisis de vulnerabilidad de acuíferos, y sobre todo, la delimitación y zonificación de formaciones geológicas con capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas, definidas como sistemas de acuíferos. Los sistemas de acuíferos pueden ser regionales y/o locales, son el primer paso para realizar investigaciones detalladas cuyo objetivo final sea intervenir en la captación y recarga de acuíferos, y contribuir a la solución de los problemas de abastecimiento y gestión de recursos hídricos en el país.

Características de las aguas subterráneas en el Perú

Las tres regiones naturales que tiene el territorio peruano, costa sierra y selva, tienen características muy variadas y que interactúan de forma dispareja con los recursos hídricos, especialmente con el agua subterránea. El gran condicionante de la disponibili-

Manantial Shanquilay, Andahuay - Arequipa



Pozo en Paja Blanca, Guadalupe - La Libertad



A pesar de las abundantes fuentes de agua que existen en el país, la concentración de la población en la costa y la creciente demanda de las ciudades dificultan la distribución del líquido elemento.

Cuadro 1

ACUIFEROS PRINCIPALES	ROCA ALMACEN
Acuíferos porosos no consolidados	Materiales detríticos no consolidados, depósitos aluviales, fluviales, fluvio-glaciares, morrenas, etc.
Acuíferos fisurados	Rocas Sedimentarias: Areniscas, caliza, etc. Rocas Volcánicas : Flujos de lava (andesitas y basaltos) Rocas Intrusivas: Solamente en fallas y fracturas Roca Metamórficas: Solamente en fallas y fracturas
Acuíferos kársticos	Rocas Sedimentarias: Calizas masivas kárstificadas
Acuíferos vulcano sedimentarios	Intercalación de rocas volcánicas y sedimentarias , conglomerados, arenas, piroclastos, flujos de lava, bloques, basaltos y andesitas, etc.

EL DATO

Acuífero: Estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

Surgencia: Fenómeno que consiste en la salida del agua del interior de la tierra a la superficie, se le conoce también como manantial.

dad hídrica superficial y subterránea en el territorio peruano es la Cordillera de los Andes, que se extiende de noroeste a sur este, casi paralela a la costa del Pacífico, constituyendo uno de los sistemas montañosos más grandes del mundo. Se originó durante el periodo cretácico, cuando la placa de Nazca inició la subducción por debajo de la placa Sudamericana, las fuerzas tectónicas que generaron esta colisión, desencadenaron erupciones volcánicas, terremotos, etc., que elevaron los Andes durante más de 28 millones de años.

Actualmente, la Cordillera de los Andes constituye la línea de divisoria continental de las aguas, donde la escorrentía superficial ha formado numerosas cuencas hidrográficas, que se agrupan en tres vertientes. Los ríos de 62 cuencas hidrográficas drenan hacia el Océano Pacífico; los ríos de 42 cuencas hidrográficas, hacia el Océano Atlántico; y los ríos de 13 cuencas hidrográficas desembocan en el lago Titicaca. Desde las nacientes de los ríos hasta su desembocadura, existe una gran variedad de rocas y suelos con propiedades permeables e impermeables. Las rocas permeables son fractura-

das, porosas y kársticas y tiene capacidad para almacenar y transmitir aguas subterráneas, por lo tanto constituyen los reservorios acuíferos. Las rocas impermeables son compactas en sectores constituye la base y/o techo de los acuíferos (sobre todo los acuíferos confinados y semiconfinados); además, en muchos sectores condicionan la surgencia de manantiales.

La Cordillera de los Andes constituye la zona de alimentación y recarga de las aguas superficiales y subterráneas, donde los rangos promedios de precipitación pluvial se encuentran entre 500 a 2000 mm. La vertiente del Pacífico es angosta, desde la naciente en la cordillera occidental hasta la desembocadura en el océano Pacífico. La faja costanera es árida y generalmente plana, los acuíferos potenciales se encuentran en los valles y se recargan a través del agua superficial de los ríos. Actualmente son los acuíferos más explotados del país. El carácter montañoso de la sierra, surcada por ríos profundos, evidencia la presencia de acuíferos fisurados y kársticos a través de surgencias en forma de manantiales, estos se encuentran entre la cabecera y la parte media de las tres vertientes. La selva es húmeda, tiene alta precipitación y densa vegetación,. Su área de recarga es extensa, el relleno fluvial y aluvial es mayormente permeable, constituyéndose en la zona de mayor importancia en cuanto a reservas de aguas subterráneas y superficiales del país.

En general, los reservorios de aguas subterráneas en el subsuelo peruano se encuentran formando sistemas definidos por rocas y sedimentos que tienen condiciones geológicas similares y propiedades para almacenar y transmitir agua subterránea. La predominancia de rocas reservorio de aguas subterráneas a nivel del territorio peruano lo denominamos dominios hidrogeológicos.

Principales rocas acuíferas del territorio peruano

(Ver cuadro 1)

1. Los acuíferos porosos no consolidados

Se encuentran en sedimentos o materiales porosos no consolidados, generalmente están compuestos por cantos, gravas arenosas, intercalaciones de grava, arena, limos, lentes de arcilla, etc. En la selva, tiene grandes extensiones y engloban varios tipos de acuíferos; son extensos, irregulares, discontinuos, del tipo semiconfinado, confinado y libre, donde poseen potenciales reservas de aguas subterráneas. En la costa, se ubican en los valles, cubriendo casi todo el piso; son continuos, de productividad elevada; la mayor parte de la explotación actual, se producen mediante sondajes verticales y/o pozos. En la sierra se presentan en depósitos puntuales; en las altiplanicies y en pisos de valle, su espesor es muy variable y discontinuo, debido a la irregularidad del relieve en el basamento, que condiciona sus reservas. La explotación de aguas subterráneas de acuíferos porosos no consolidados se realiza mediante pozos o sondeos verticales (Foto 1), aunque en sectores de la costa se observan esporádica presencia de manantiales (Foto 2).

2. Los acuíferos fisurados

Almacenan aguas subterráneas en las fisuras, fracturas y fallas de las rocas sedimentarias y volcánicas. La geometría de estos acuíferos depende de la densidad de fracturas, espacio abierto de fractura e intensidad en las rocas y el espesor de las formaciones geológicas. Los puntos de surgencia de agua subterránea a superficie evidencian la presencia de acuíferos fisurados; los manantiales que afloran a superficie se encuentran condicionados por fallas (Fotos 3 y 4), rocas impermeables y fracturas.

Los acuíferos fisurados normalmente se encuentran en la parte alta de la Cordillera de los Andes (sobre los 2800 msnm). Son locales, discontinuos y moderadamente productivos. En muchas regiones de la sierra, como el valle del Cusco, se han captado aguas subterráneas de estos acuíferos, mediante galerías filtrantes. La actividad minera ubicada en la Cordillera de los Andes, con sus perforaciones y tajos abiertos, ha puesto en evidencia la magnitud e importancia de los acuíferos fisurados. En ocasiones el yacimiento metálico se encuentra en rocas acuíferas, por lo que es importante el trabajo de drenaje minero.



Foto 1. Sondeo de captación en acuíferos porosos no consolidados. Vista del acuífero La Yarada, Región Tacna.



Foto 2. Manantial Choque, surgente de acuíferos porosos no consolidados, en la planicie costera de Chillón, Lima. Utilizado por los pobladores de Puente Piedra en usos domésticos y agricultura.

Las aguas subterráneas en las fisuras de las rocas, se encuentran en la zona de meteorización. Estas, mismas, junto a la cobertura vegetal y el tipo de vegetación, condicionan el régimen de las aguas subterráneas. Esta condición es variable dependiendo del tipo de roca (volcánicas, sedimentarias, etc.). La gran mayoría de estos acuíferos en el Perú, son los ambientes de formación de las aguas termales y minerales, principalmente de dos tipos: una de circulación en las fracturas que por cercanía a una fuente de calor (cámara magmática de un volcán) aumentan considerablemente su temperatura; y otras por circulación profunda donde el grado geotérmico de la tierra aumenta progresivamente la temperatura de las aguas subterráneas en profundidad.

3. Los acuíferos kársticos

En los materiales calcáreos o acuíferos kársticos, las aguas subterráneas circulan a través de las cavernas o *karst* formados por procesos de dilución. El agua que circula en superficie se infiltra por las fracturas, y va desgastando los carbonatos hasta formar cavernas o *karst*. Las formaciones geológicas que han sufrido estos procesos son principalmente las calizas y, en menor grado, las evaporitas (yesos,



Foto 3 y 4: Manantial Cantagallo, condicionado por fallas. En la primera foto se observa la falla geológica cuya surgencia se ubica en la parte inferior de la falla. La foto contigua muestra el detalle de la surgencia.

sales, etc.). Son acuíferos generalmente extensos de productividad elevada, pero condicionada por la precipitación. Manifestaciones de estos acuíferos se observan en el centro y norte de la Cordillera de los Andes, principalmente en la cadena oriental. En la zona norte y nororiente del Perú, las calizas kársticas son extensas, tienen mayor zona de alimentación y recarga; la lluvia es abundante, por lo tanto, estos acuíferos tienen gran aporte de aguas subterráneas que drenan a los ríos ubicados en la vertiente del Atlántico.

En la parte central, se han conocido numerosas cavernas y dolinas ubicadas en calizas de las formaciones Jumasha y Celendín, las cuales presentan importante producción de aguas subterráneas que surgen en contacto con materiales impermeables.

En la zona sur, los afloramientos de rocas calcáreas son limitadas debido a la gran cobertura volcánica y volcánico-sedimentaria que existe en el altiplano; sin embargo en las cabeceras de los ríos Apurímac, Vilcanota y otros, las formaciones Yuncaypata, Copacabana, Ferrobamba y Pucara tienen manifes-

taciones de ser muy buenos acuíferos, poseen manantiales con buenos caudales, que en época de lluvias constituyen el caudal base de los ríos; mientras que en época de estío baja considerablemente su producción, concluyendo que los acuíferos kársticos son intermitentes.

4. Los acuíferos volcánicos sedimentarios

Las rocas volcánicas son producto de la solidificación de un magma en un punto cercano a la superficie de la tierra, o son el producto de una expulsión violenta de magma y gas hacia la atmósfera, y que al depositarse en el terreno se adecuan a los sedimentos preexistentes, en muchos casos son cuerpos vulcano-sedimentarios. Tienen carácter poroso, fisurado y una mezcla de ambas; son acuíferos extensos moderadamente productivos, y se ubican en el sur del Perú cubriendo gran parte de del altiplano peruano, muy cerca de volcanes antiguos y recientes. Los acuíferos porosos volcánicos se ubican en los depósitos formados por la acumulación de grandes bloques de roca volcánica y en sectores donde los piroclastos tienen alta porosidad (> a 40 %). Los acuíferos fisurados volcánicos se



Foto 5. Manantial Yacuñahuin, Llamellin-Ancash. Nótese la producción de aguas subterráneas provenientes de las calizas karstificadas en contacto con microconglomerados impermeables de matriz arcillosa. Caudal de producción: 10,00 l/s. Fue aforado en agosto del 2007, época de estío.



Foto 6. Manantial Callazas, cuenca del río Locumba. Nótese los flujos de lava totalmente fracturados y sueltos, que en contacto con cenizas volcánicas generan surgencias de aguas subterráneas de 13,00 l/s.

ubicar generalmente en flujos de lava del Grupo Barroso (Foto 6). Existen también depósitos volcánicos del cuaternario compuesto por grandes bloques de roca, conocida como flujos de lava en bloques (Ej. Sector Andahua, valle de los Volcanes). Los depósitos volcánicos más antiguos poseen horizontes permeables (generalmente en lapilli y piroclastos porosos) que se hallan confinados por estratos impermeables (cenizas, arcillas, etc.) formando numerosos acuíferos confinados o multicapa. Se les conoce en el sur del Perú como acuíferos de la Formación Capillune.

Objetivos Futuros

No existe aún un conocimiento y zonificación de los reservorios acuíferos con suficiente nivel de precisión. Tampoco su disponibilidad espacial, cantidad, calidad y menos aún se han desarrollado medidas que resulten eficaces para la gestión adecuada de acuíferos.

Los pocos acuíferos conocidos sufren constantemente de sobre explotación. Ante este problema el INGEMMET se ha propuesto estudiar la hidrogeología completa del territorio peruano, tomando como unidad de análisis las cuencas hidrográficas, donde se delimiten y zonifiquen los reservorios acuíferos que se encuentran en la parte alta de las cuencas como reservorios escondidos. Para ello se están desarrollando investigaciones que consideren las nuevas experiencias de captación de aguas subte-

rráneas, recarga artificial de acuíferos, modelos matemáticos, etc. Estos permitirán tener datos relevantes para el mejor uso y protección de este recurso. Los retos futuros deben ser el trabajo conjunto e intercambio de información entre instituciones del Estado, instituciones privadas, universidades, ONG, etc., de manera que los procesos de toma de decisión, se basen en información confiable y oportuna que permita encaminar una verdadera gestión de los recursos hídricos en el Perú.

Referencias

- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2010). *Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento*, Ley 29338. Lima, Perú. 37 p.
- CASTANY, G. (1975) - Prospección y explotación de las aguas subterráneas. Barcelona: Omega, 738 p.
- CUSTODIO, E. & LLAMAS, M. (1996). Hidrología subterránea. 2a. ed. Barcelona: Omega, 2 t.
- INRENA (2004). *Las aguas subterráneas en el Perú*. Lima. 65 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2004). *Mapa Hidrogeológico del Perú*. Lima; INGEMMET. 1 mapa.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1969). *Ley General de Aguas*, decreto ley 17752. Lima, Perú.
- PEÑA, F. SANCHEZ, M. PARI, W. (2010). Hidrogeología de la cuenca del río Ica. INGEMMET, Lima Perú, 336 p.
- PULIDO, J. (1978) - Hidrogeología práctica. Bilbao, URMO, 314 p.



Geólogos en Machu Picchu

La geología de la ciudad inca y los fenómenos de geodinámica externa

Víctor Carlotto¹, José Cárdenas², Lionel Fidel¹

¹INGEMMET / vcarlotto@ingemmet.gob.pe, lfidel@ingemmet.gob.pe

²Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Explicar Machu Picchu no es tarea sencilla. La “montaña vieja” fue descubierta científicamente hace 100 años, y desde entonces ha recibido el interés de historiadores, arqueólogos, antropólogos, ingenieros, periodistas, geofísicos y, por supuesto, geólogos. El artículo siguiente es un resumen de los estudios geológicos efectuados en la ciudad perdida de los incas y de las acciones que se deben realizar para su conservación.

La maravilla construida sobre el “caos”

El Santuario Histórico de Machu Picchu se sitúa en la Cordillera Oriental del sur del Perú. Está rodeado al norte, por los nevados Verónica (5750 msnm) y Bonanta (5024 msnm) y, al sur, por el Salcantay (6264 msnm) y Huamantay (5459msnm).

La ciudad Inca está situada a 2450 msnm, 500 m encima del río Urubamba, que corta la cordillera y forma un cañón con clima de ceja de selva. La roca predominante en la zona es el granito, roca resistente y cristalina que se produce al solidificarse lentamente el magma con alto contenido en sílice a alta presión.

Este terreno granítico es controlado por fallas geológicas y fracturas, lo que da lugar a relieves particulares con bloques de roca apiladas y dispues-

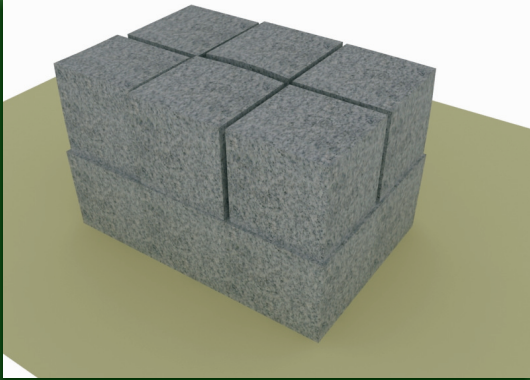
tas en forma caprichosa. A este tipo de relieve se le conoce geológicamente como “caos granítico”, sobre el cual se levantó la ciudadela inca. Pero, ¿cómo se originó este paisaje?

Este tipo de relieve es el resultado de la intersección, algo perpendicular, de los sistemas de fracturas que delimitan bloques de formas más o menos paralelepípedas (Fig. 1a). Los límites de estos bloques se han preformado en las profundidades de la corteza terrestre, ya que las diaclasas son producto del enfriamiento del magma. Durante el levantamiento andino, las rocas salen a la superficie y se liberan de la carga que ejercían las masas rocosas suprayacentes al granito. Por lo tanto son favorecidas por los efectos del intemperismo.



Origen del caos granítico

a



b



c

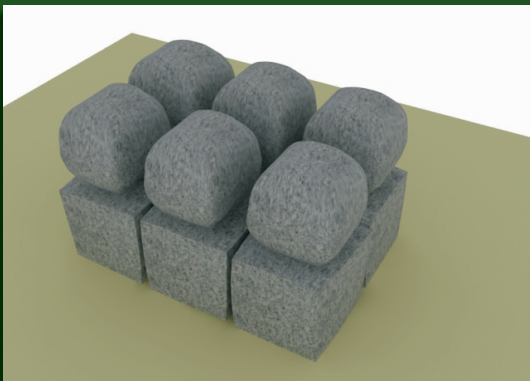


Fig. 1. Origen del caos granítico: a) granitos fracturados en bloques, b) que tienden a separarse aprovechando las fracturas y c) son erosionadas para formar el caos granítico.

En este contexto, las aguas de lluvias se infiltran siguiendo las fracturas (Fig. 1b), que además pueden estar alteradas con arcillas. En consecuencia, las aguas lavan o erosionan la roca y el material fino, sobre todo al nivel de los ángulos de intersección y dejan libres los bloques que van adquiriendo formas subredondeadas típicas en las rocas

intrusivas (Fig. 1c). Los bloques ya redondeados o bolones formados de esta manera, pudieron entonces desprenderse, descender o caer lentamente por simple gravedad, apilándose unos sobre otros y formando cúmulos o amontonamientos. Fue así como surgió el caos granítico en Machu Picchu (Fig. 2).

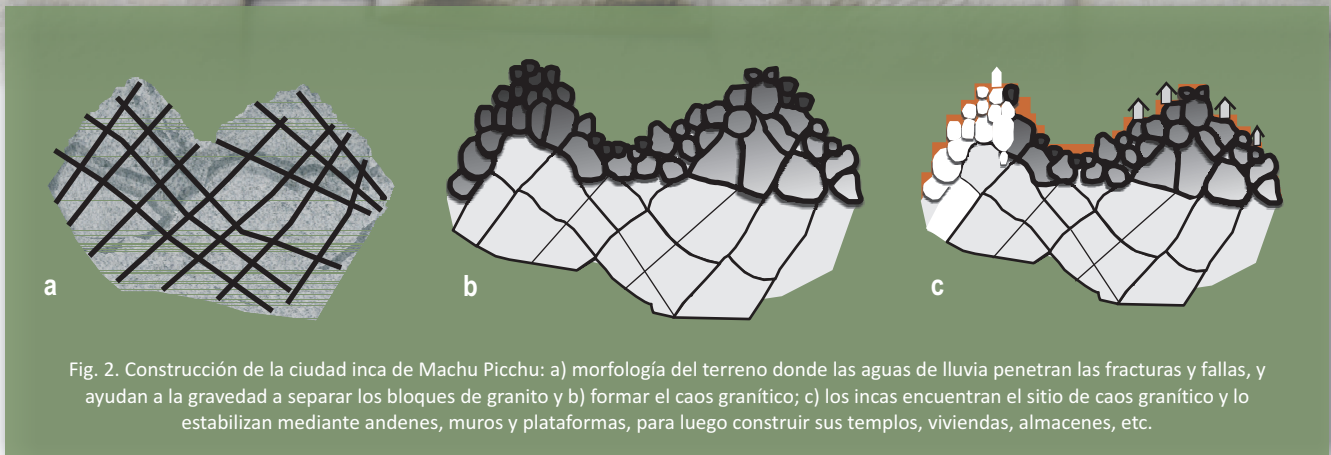


Fig. 2. Construcción de la ciudad inca de Machu Picchu: a) morfología del terreno donde las aguas de lluvia penetran las fracturas y fallas, y ayudan a la gravedad a separar los bloques de granito y b) formar el caos granítico; c) los incas encuentran el sitio de caos granítico y lo estabilizan mediante andenes, muros y plataformas, para luego construir sus templos, viviendas, almacenes, etc.

Antes de la llegada de los incas, la morfología de la zona tenía una depresión irregular (Fig. 2a) entre los cerros Machu Picchu y Wayna Picchu, la misma que era controlada por fallas geológicas. Esta depresión formaba una cumbre (montura) de dirección casi N-S, que delimita dos laderas abruptas, una oriental y otra occidental, ambas miran al río Urubamba, ubicado 500 m más abajo, por efecto del meandro.

La depresión irregular o *graben* se caracterizaba por ser un sitio de caos granítico (Fig. 2b), con lomas y desniveles. Fue así que los incas encontraron el lugar e iniciaron la construcción de la ciudad, limpiando los bloques muy inestables, rellenando las depresiones, como la Plaza Mayor, estabilizando las laderas del caos mediante andenerías y muros, e instalando sistemas de drenajes para evacuar las aguas de lluvia que son abundantes en la zona. Solamente después, encima de estos sitios estabilizados, los incas iniciaron la construcción de recintos, templos y viviendas (Fig. 2c).

Fenómenos de geodinámica externa y conservación del santuario

Los fenómenos geodinámicos que afectan a la ciudad inca de Machu Picchu son los asentamientos, la sufusión, la erosión superficial, los derrumbes, la caída de rocas y los deslizamientos superficiales. Durante la ocupación inca, los andenes con sistemas de drenajes y las construcciones con techos permitían una evacuación eficaz de las abundantes aguas de lluvia. Sin embargo, esto no sucede hoy en día, ya que las construcciones no tienen techo, y gran parte de los drenajes no funcionan, generando infiltraciones, erosión superficial, sufusión, asentamientos, etc. Los levantamientos geológicos al detalle y los estudios específicos en varias zonas denominadas



Foto 1. Caos granítico sobre el que fue construido la ciudad. En este sector no se culminó con la estabilización.



Foto 2. Proceso de sufusión que ha causado el colapso de muros en este recinto (Conjunto 13)

conjuntos permiten dar recomendaciones para una adecuada evacuación de las aguas pluviales y evitar las infiltraciones o la erosión superficial, mediante drenajes y pisos impermeables. Un mapa realizado y que reúne el inventario de los drenajes incas servirá para la restauración e implementación del sistema integral de drenaje (Carlotto et al., 2007).



Foto 3. Erosión superficial en el camino inca.



Foto 4. Asentamiento en el Templo Principal



Foto 6. Reptación que afecta a las terrazas agrícolas



Foto 5. Deslizamiento en el cerro Machupicchu

EL DATO

La geodinámica externa estudia la acción de los agentes atmosféricos externos: viento, aguas continentales, lluvia, mares, océanos, hielos, glaciares y gravedad, etc. sobre la capa superficial de la Tierra. Estos fenómenos van originando una lenta destrucción y modelación del paisaje rocoso y del relieve. En esta actividad se desprenden materiales que, una vez depositados, forman los sedimentos y posteriormente las rocas sedimentarias.

Conclusiones

La ciudad inca de Machu Picchu fue fundada principalmente sobre una morfología de caos granítico, en una zona de abundantes precipitaciones pluviales, con laderas bastante inestables, que los incas estabilizaron mediante andenes y muros, y solamente después comenzaron la construcción de recintos, viviendas y templos. Durante la ocupación inca, los andenes y, en general, todas las construcciones eran conservados mediante canales de drenaje dentro un sistema planificado de desagüe,

que permitía la evacuación integral de las abundantes aguas pluviales. Además, las viviendas tenían techos cuyas caídas estaban integradas a los sistemas de drenajes.

Sin embargo, actualmente las construcciones no tienen techo y los sistemas de drenaje inca ya no funcionan. Con ello generan problemas de geodinámica externa. En consecuencia, hay mucho trabajo que hacer en la ciudad inca. Se necesita una intervención urgente para la evacuación de aguas pluviales que permitan la conservación del santuario. Lo más recomendable es poner en valor el sistema de drenaje inca y acondicionar pisos impermeables que eviten las infiltraciones y la erosión superficial. No hay duda de que en Machu Picchu aplicaron los conocimientos de la geología para realizar las construcciones, y hoy en día deben seguir aplicándose para asegurar su conservación.

Referencias

CARLOTTO, V.; CÁRDENAS, J.; FIDEL, L. (2007). *La Geología en la Conservación de Machu Picchu*. Boletín INGEMMET., Serie I, N° 1, 350 pp.

The background image shows a lush green mountain valley with a winding river. In the foreground, there is a semi-transparent molecular model with red and white spheres connected by lines, representing a chemical structure. The title text is overlaid on this image.

El laboratorio de la Tierra: Alcances de los estudios de geoquímica

Luis Enrique Vargas Rodríguez
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos
lvargasr@ingemmet.gob.pe

La mayoría de peruanos sabemos qué ingredientes componen un ceviche, pero solo una minoría conoce qué elementos químicos componen el suelo de nuestro territorio. Pero, ¿tienen estos conceptos alguna relación? Pues del mismo modo en que debemos saber la preparación de uno de nuestros platos de bandera, es nuestro deber conocer de qué está conformada nuestra tierra y nuestro subsuelo. Saberlo es tarea de una disciplina llamada geoquímica, la misma que puede aplicarse a estudios ambientales y en el hallazgo de yacimientos minerales.

La geoquímica es una disciplina que reúne de forma conjunta los fundamentos y aplicaciones de la química y la geología con la finalidad de resolver problemas geológicos, tanto teóricos como aplicados. Etimológicamente, la geoquímica es la ciencia que estudia la química de los materiales que se encuentran en la Tierra.

Según Goldschmidt¹, la geoquímica se puede definir como la “medición de la abundancia relativa y absoluta de los elementos que conforman las distintas partes de la Tierra, con el objeto de descubrir los principios que gobiernan su distribución y migración por todo el ciclo geológico” (ciclos de transformaciones por los que atraviesa el relieve terrestre).

La palabra geoquímica fue usada por primera vez en 1838, por el suizo Ch. Friedrich Schönbein, y después en 1908 fue W. Clarke del Servicio Geológico de los Estados Unidos que la usó en la primera edición de su libro “*The data of Geochemistry*”.

Dos hechos marcaron el desarrollo de la geoquímica: fueron el descubrimiento de los elementos químicos, y el desarrollo de métodos de análisis sensibles y precisos aplicados a minerales y rocas.

El campo de la geoquímica aplicada se enmarca básicamente en la búsqueda de recursos naturales (prospección geoquímica) y en el tratamiento de problemas ambientales que tienen impacto en la calidad de vida (geoquímica ambiental). A continuación se dará un enfoque general de los campos más importantes de la geoquímica aplicada.

1. Prospección geoquímica

En los años 50, la geoquímica aplicada puso énfasis en la búsqueda de minerales y otros recursos naturales para satisfacer las necesidades de un mundo que se recuperaba del conflicto mundial. Esta búsqueda continúa hasta la actualidad, en la que no sólo se buscan metales preciosos (oro, plata) y metales base (cobre, plomo, zinc), sino también elementos como el uranio para la obtención de

Victor Moritz Goldschmidt (nacido en 1888 en Zurich, Suiza) fue un químico considerado fundador de la moderna geoquímica y la química de cristales.

energía, las tierras raras para el desarrollo de altas tecnologías y los usados en nanotecnología.

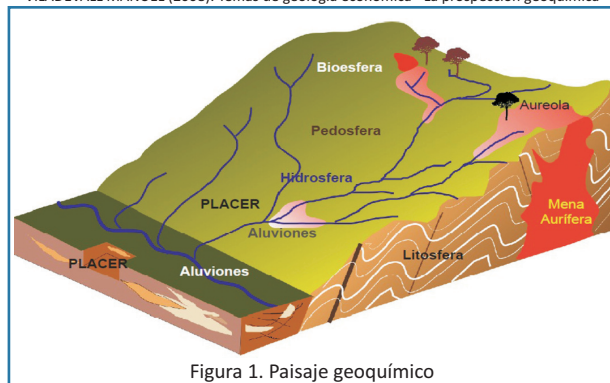
Considerando los principios de la distribución y del ciclo de los elementos químicos en la corteza terrestre, la podemos definir como una parte de la geoquímica aplicada, que tiene como objeto la localización y estudio, en el espacio y en el tiempo, de las anomalías geoquímicas que indican la presencia de minerales, agua, hidrocarburos o efectos antrópicos.

El objetivo principal de la prospección geoquímica es identificar la fuente de las anomalías para luego poder determinar el potencial económico de los depósitos minerales.

Es necesario definir algunos términos geoquímicos que nos ayudarán a comprender mejor los fundamentos y alcances de dicha disciplina:

Paisaje geoquímico. Está constituido por los ambientes geoquímicos que componen las cuatro esferas terrestres: litósfera, hidrósfera, atmósfera y biósfera; cuya interacción da lugar a la quinta esfera denominada pedósfera (ver figura 1).

VILADEVALL MANUEL (2008). Temas de geología económica - La prospección geoquímica



Ciclo geoquímico. Involucra los procesos geológicos que ocurren al interior (endógenos) y exterior (exógenos) de la Tierra. El ciclo puede ser completo, interrumpirse, acortarse o revertirse. El ciclo geoquímico no es cerrado, ni material, ni energéticamente; nos permite entender la evolución de un elemento específico en las diferentes etapas de migración en las esferas terrestres.

Dispersión geoquímica. Podemos definirla como la facilidad de difusión o migración de un elemento

desde su fuente de origen hacia otro ambiente mediante diferentes procesos fisicoquímicos y mecánicos. La dispersión geoquímica depende de las características del medio (profundidad, permeabilidad, reactividad, etc.) y de la estabilidad mineralógica. Según su origen, puede ser primaria o secundaria, en función al ambiente geoquímico en el cual los elementos tomaron lugar.

Los ambientes de dispersión geoquímica primaria están caracterizados por condiciones de profundidad, altas presiones y temperatura, mientras que los ambientes de dispersión geoquímica secundaria presentan las condiciones prevalecientes en la superficie terrestre como son bajas temperaturas y presiones (Fig. 2).

Valor de fondo ("Background"). Es la abundancia normal, común o **promedio** de un elemento o **sustancia química** en un medio geológico definido. Por ello dicho valor varía dependiendo del medio en la cual se investigue. Estadísticamente este valor es representado por la media geométrica o mediana según el tipo de distribución estadística.

Umbral ("Threshold"). Es el límite de fluctuación local o regional de la abundancia normal de un elemento o sustancia química. Estadísticamente se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Umbral} = \text{Valor de fondo} \pm 2 \text{ desviación estándar}$$

Anomalía. Se define como la abundancia inusual, por encima o por debajo del valor de fondo, de un elemento químico o combinación de ellos en un determinado ambiente geológico, determinado por un método analítico específico en un tipo de muestra dada. En determinadas condiciones geoquímicas, los iones pueden ser liberados, según las condiciones fisicoquímicas imperantes, formando concentraciones inusuales llamadas anomalías. Dichas anomalías son detectadas mediante el análisis químico de muestras de sedimento, agua, suelo, plantas, gas, etc. Posteriormente una anomalía ya localizada, se convierte en un "blanco", los cuales son estudiados a más detalle empleando métodos geológicos, geofísicos y geoquímicos.

En base a lo anteriormente mencionado se han desarrollado muchos métodos retrospectivos para

localizar espacialmente objetos geoquímicos que hayan evolucionado a partir de la interacción de diversos procesos geológicos, hacia un yacimiento.

1.1 Etapas de un estudio de prospección geoquímica

- a) Recopilación de información base disponible (geología, topografía, accesos, conflictos sociales, etc.).
- b) Muestreo sistemático de materiales naturales (roca, suelo, sedimento, agua, plantas, aire, etc.).
- c) Análisis químicos de las muestras recolectadas con la finalidad de determinar contenidos anómalos de los elementos de interés económico.
- d) Procesamiento y análisis estadístico de los resultados analíticos obtenidos.
- e) Interpretación de la información obtenida, conjugando toda la información geológica disponible.
- f) Elaboración de informes y mapas geoquímicos.

2. Geoquímica ambiental

Durante la última parte de la década de los sesenta y en la de los años setenta, se aplicaron los datos geoquímicos a los estudios epidemiológicos con el fin de reconocer las posibles relaciones entre los

VILADEVALL MANUEL (2008). Temas de geología económica - La prospección geoquímica

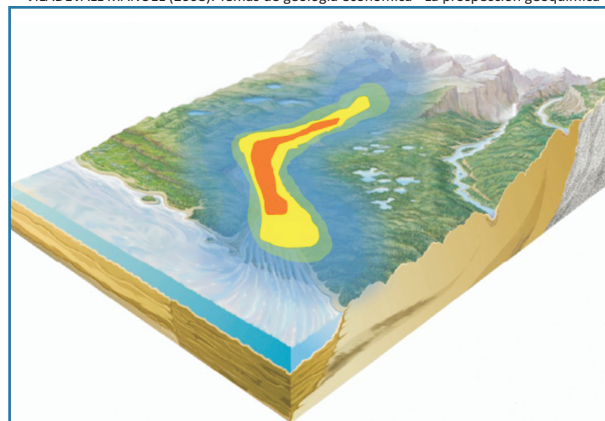


Figura 2. Dispersión geoquímica secundaria

elementos químicos del ambiente, la cadena alimentaria y la existencia de enfermedades.

A fines de los años setenta y hasta el día de hoy, la geoquímica se aplica a estudios de contaminación ambiental y en especial a los relacionados con desechos antropogénicos de la industria, agricultura, ganadería, actividades domésticas, comerciales y minería, con miras de evaluar el impacto causado en las fuentes, cuerpos de agua, aire, suelos y la biota.

La geoquímica ambiental es el estudio de la distribución, concentración y migración de elementos y/o

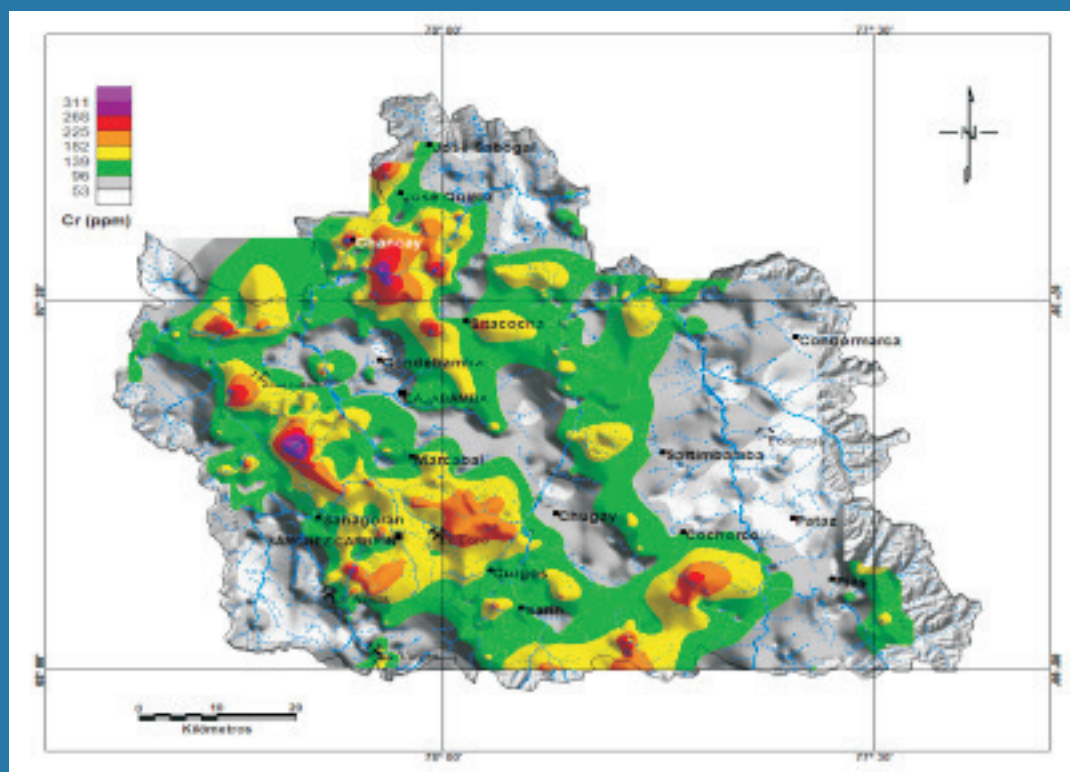


Figura 3. Distribución geoquímica del cromo en sedimentos de quebrada entre los paralelos 7º y 8º Sur – Vertiente Atlántica

sustancias químicas en el agua, suelo, aire y su impacto sobre la vida, considerando la incidencia de enfermedades en una determinada área geográfica.

Los principales objetivos de la geoquímica ambiental son:

- Definir los contenidos totales y biodisponibles de los elementos o sustancias nocivas en un medio determinado (Fig. 4).
- Determinar los valores de fondo y umbrales geoquímicos de los elementos en ambientes naturales no contaminados.
- Realizar la cartografía geoquímica de los contenidos metálicos u otros elementos nocivos en las diferentes esferas terrestres.
- Definir las fuentes geoquímicas de impacto ambiental, su influencia y dirección de migración en agua, suelo, sedimento, biota, etc.
- Determinar los niveles de abundancia totales y biodisponibles de un determinado elemento químico nocivo.
- Aportar con información geocientífica oportuna en la elaboración de legislaciones coherentes.

3. Estudios por cuencas hidrográficas

Los estudios geoquímicos aplicados realizados por el INGEMMET se enmarcan a nivel de cuencas

hidrográficas debido a que en gran medida la migración de los elementos químicos se da en el proceso de interrelación de las esferas terrestres. El último estadio evolutivo de dicho proceso se sitúa en las cuencas hidrográficas, en las cuales se dan lugar procesos como la erosión, transporte y sedimentación de materiales de redes de drenaje.

Los sedimentos de drenaje son en definitiva una conjunción de las cuatro esferas terrestres en la que el movimiento de los elementos presenta no solo un componente químico, a partir del cual se desarrolla la prospección geoquímica o investigaciones ambientales en redes de drenaje, sino también existe un evidente componente mecánico.

3.1 Metodología aplicada

Las metodologías empleadas en el INGEMMET para los estudios de prospección geoquímica y geoquímica ambiental se encuentran circunscritas dentro de un sistema interno de gestión de calidad (ISO 9001), los cuales siguen la siguiente secuencia de trabajo:

- Recopilación de información base
- Diseño de muestreo geoquímico
- Recolección de muestras y levantamiento de información geológica en campo
- Análisis químico de muestras

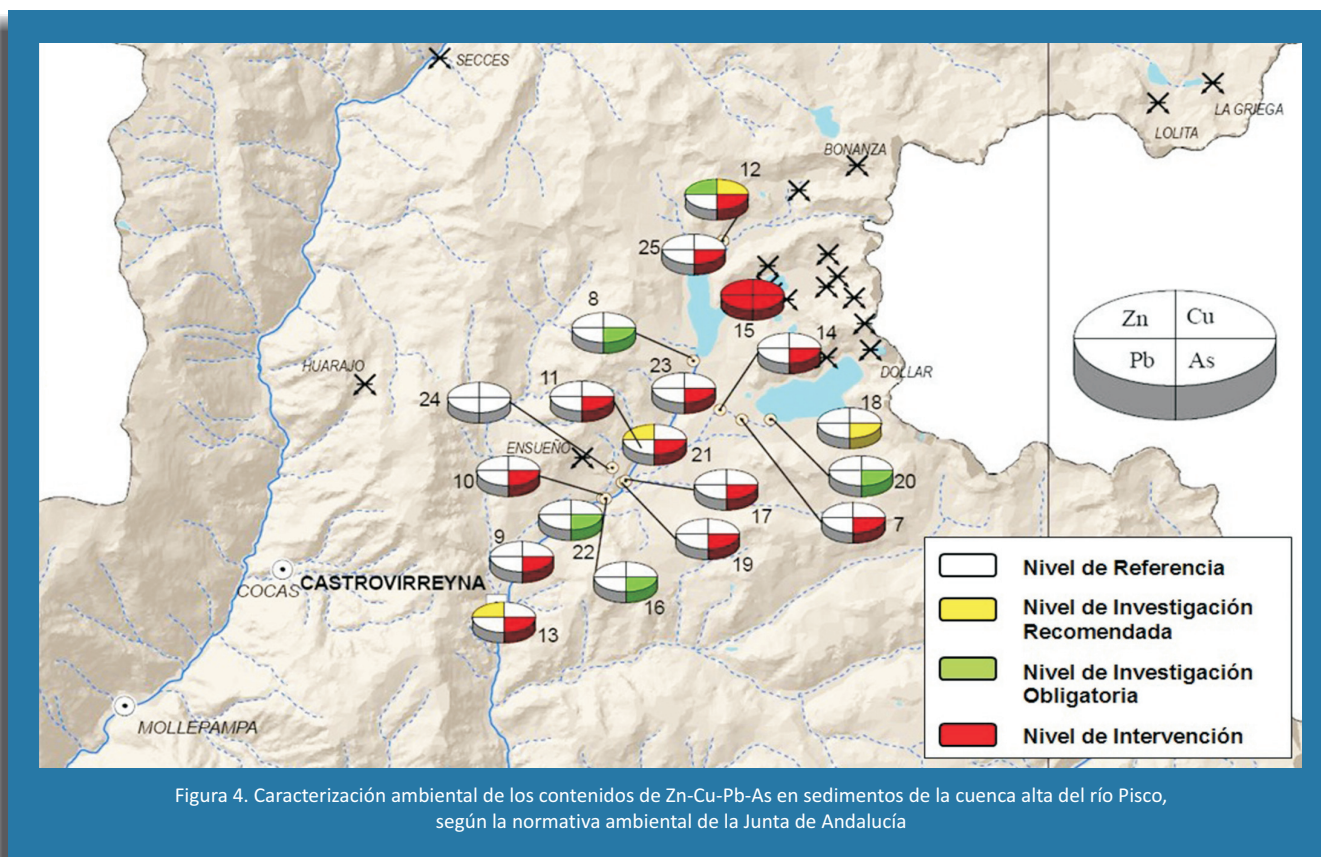


Figura 4. Caracterización ambiental de los contenidos de Zn-Cu-Pb-As en sedimentos de la cuenca alta del río Pisco, según la normativa ambiental de la Junta de Andalucía

- e) Validación de los resultados analíticos
- f) Procesamiento y análisis estadístico de resultados analíticos
- g) Interpretación de la información geoquímica obtenida, integrando toda la información geológica disponible
- h) Elaboración de informes y mapas geoquímicos

Es necesario mencionar que durante todas las etapas de trabajo de los estudios geoquímicos (Fig. 5), se sigue un riguroso control y verificación de la calidad, documentado en procedimientos, instructivos y formatos de trabajo, los cuales vienen siendo actualizados y enriquecidos a través del tiempo acorde con las exigencias científicas.

4. Importancia de los estudios geoquímicos

Los estudios geoquímicos son de vital importancia puesto que contribuyen a la mejora de calidad de vida de la humanidad y a la conservación del medio que nos rodea. Tanto la prospección geoquímica como la geoquímica ambiental tienen relevancia en el desarrollo de las sociedades por las siguientes razones:

La prospección geoquímica se presenta como una disciplina orientada a la identificación de anomalías geoquímicas con significancia económica con miras al descubrimiento de nuevos depósitos minerales. Ello conduce a la generación de proyectos de inversión minera de gran envergadura incluso desde

las fases de prospección y exploración. Dichas inversiones contribuyen a la generación de empleos, creación de vías de comunicación, activación del comercio interno, implementación de servicios básicos e infraestructura, ingresos fiscales por derechos de vigencia, etc.

Un proyecto minero, de convertirse en operación, multiplica la inversión inicial, consolidando la inversión externa por varios años, lo cual se traduce en una mejora social y económica de las comunidades circunscritas a la operación minera, mediante la aplicación de programas sociales, ingresos a los respectivos Gobiernos regionales por concepto de canon minero y una serie de actividades que conducen a la modernidad y, por ende, a una mejora sustancial en la calidad de vida.

Se ha mencionado las bondades de la minería en materia social y económica, sin embargo hay que mencionar que dicho desarrollo va de la mano con el cuidado y preservación del medio ambiente y, en ese tema, la geoquímica aplicada juega un rol preponderante, a través de los estudios de geoquímica ambiental. La **geoquímica ambiental** en los últimos años ha tomado gran relevancia, ya que dicha disciplina es capaz de proporcionar resultados cuantitativos sobre los contenidos de elementos o sustancias nocivas al medio, los que pueden estar presentes en el agua, suelo, sedimentos, aire o la biota; ello es producto de procesos geoquímicos naturales o antrópicos.



Figura 5. Vistas de distintas labores de prospección geoquímica

Mediante la geoquímica ambiental es posible evidenciar la fuente, migración y focos de concentración de los contaminantes en los medios impactados. Por otro lado la geoquímica ambiental otorga el conocimiento necesario y representativo para poder identificar los contenidos totales y los biodisponibles de un determinado elemento o sustancia en el medio. Son los contenidos biodisponibles los que realmente tienen un impacto sobre la vida.

Otro de los aportes de la geoquímica ambiental es su contribución con información geocientífica validada para la actualización de políticas y reglamentos ambientales aplicables y acordes con el desarrollo tecnológico.

5. Información geoquímica a su alcance

El Programa de Prospección Geoquímica de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos del INGEMMET ha realizado, de manera ininterrumpida y sostenida, una serie de estudios geoquímicos tanto en prospección como en medio ambiente a lo largo del territorio nacional.

Los estudios realizados constan de boletines, mapas geoquímicos y una vasta base de datos a la que se puede acceder libremente mediante el enlace:

(http://www.ingemmet.gob.pe/web/form/plantilla_01_geologia.aspx?Opcion=459).

En la tabla 1, se presenta la producción en geoquímica aplicada del último lustro. Haciendo un recuento desde el año 2005, se han elaborado 12 boletines, 75 mapas geoquímicos y una amplia base

de datos, la que cuenta con 5461 registros, cada uno de ellos con más de 50 campos de información validada. Ello configura una base de datos con más de 273 050 datos geoquímicos en todo el país.

ATLAS GEOQUÍMICO DEL PERÚ

El Atlas geoquímico del orógeno andino de Perú, en actual preparación, muestra los resultados de los trabajos desarrollados por el Programa de Prospección Geoquímica desde el año 2000 hasta la actualidad. La información generada a partir del muestreo de sedimentos de corriente a escala regional, nos permite determinar el paisaje geoquímico (Fig. 3) resultado de la dispersión secundaria de los principales elementos químicos de interés económico y geocientífico. Asimismo, el conocimiento de los niveles de fondo y umbrales geoquímicos de tales elementos en los distintos ambientes geológicos nos permite identificar valores anómalos que servirán como base para estudios prospectivos de segunda fase. De otro lado, la geoquímica ambiental es empleada para establecer la línea base ambiental, así como para identificar zonas que requieren atención al estar impactadas por cualquier actividad antrópica (del hombre). El Atlas geoquímico incluirá, además, información sobre las distintas asociaciones geoquímicas que caracterizan un ambiente geológico o un tipo de mineralización preponderante.

El dato geológico

Mineral es un compuesto natural, inorgánico, sólido, con composición química definida, propiedades físico-químicas constantes y estructura molecular característica.

En la naturaleza se pueden formar minerales en los más variados ambientes geológicos y a través de procesos diversos y de diferentes duraciones, generando cristales de diferentes formas, tamaños y grado de pureza.

Yacimientos son concentraciones anómalas de minerales de interés económico cuya explotación sea rentable.

Los principales minerales de donde se obtiene el cobre son:

Español	Inglés	Fórmula
Cobre Nativo	Native copper	Cu
Calcosita	Calcosite	Cu ₂ S
Digenita	Digenite	Cu ₂ S
Bornita	Bornite	Cu ₅ FeS ₄
Calcopirita	Chalcopyrite	CuFeS ₂
Covelita	Covellite	CuS
Tetraedrita	Tetrahedrite	(Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃
Tennantita	Tennantite	(Cu,Fe) ₁₂ As ₄ S ₁₃
Enargita	Enargite	Cu ₃ AsS ₄
Luzonita	Luzonite	Cu ₃ (As,Sb)S ₄
Cuprita	Cuprite	Cu ₂ O
Tenorita	Tenorite	CuO

Tabla 1. Publicaciones realizadas en Geoquímica Aplicada por la DRME-INGEMMET desde el año 2005

AÑO	BOLETIN	SERIE	DESCRIPCIÓN	MAPAS	REGISTROS EN BD
2005	14	B	Estudio de los Recursos Minerales del Perú, Franja N° 4, 2005. INGEMMET.	7	N.A
2006	15	B	Geoquímica Ambiental de la Cuenca del Río Chancay - Lambayeque, 2006. Chira, Jorge; Guerra, Keller; Rivera, Raymond; Vargas, Luis; Acosta, Jorge y Valencia, Michael.	5	283
2006	16	B	Prospección Geoquímica Regional en las Subcuencas de la Vertiente del Pacífico - Paralelos 9°00' a 10°00', 2006. Chira, Jorge; Guerra, Keller; Rivera, Raymond y Vargas, Luis.	2	829
2008	17	B	Prospección Geoquímica Regional en la Cuenca del Río Jequetepeque (Regiones Lambayeque y Cajamarca), 2007. Chira, Jorge; Guerra, Keller; Gonzáles, Roger; Rivera, Raymond; Vargas, Luis y Chero, Renato.	4	275
2008	18	B	Prospección Geoquímica Regional entre los Paralelos 9° - 10° Latitud Sur (Vertiente Atlántica), 2008. Chira, Jorge; Gonzáles, Roger; Vargas, Luis; Rivera, Raymond; Chero, Dennis y Guerra, Keller.	4	733
2009	20	B	Prospección Geoquímica de Sedimentos de Quebrada en la Cuenca del Río Huaura, 2009. Chira, Jorge; Valencia, Michael; Chero, Renato; Vargas, Luis; Rodríguez; Hismael y Lizama, Henry.	7	393
2009	21	B	Prospección Geoquímica Regional entre los Paralelos 8°-9° Sur (Cuencas de la Vertiente Pacífica), 2009. Chira, Jorge; Valencia, Michael; Chero, Renato; Vargas, Luis; Rodríguez, Hismael y Vásquez, Ronald.	9	912
En edición	S/N	B	Geoquímica Ambiental en la Cuenca de los Ríos Camaná - Majes - Colca, 2011. Chira, Jorge; Vargas, Luis; Vásquez, Ronald; Palomino, Charly y Guillén, Madeleine.	8	85
En edición	S/N	B	Prospección Geoquímica Regional entre los Paralelos 8°-9° Sur (Cuencas de la Vertiente Atlántica), 2011. Chira, Jorge; Vargas, Luis; Vásquez, Ronald y Palomino, Charly.	7	619
En edición	S/N	B	Geoquímica Ambiental en la Cuenca del Río Pisco, 2011. Chira, Jorge; Vargas, Luis; Vásquez Ronald; Palomino, Charly; Rodríguez Hismael y Cangalaya, Luis.	8	100
En edición	S/N	B	Prospección Geoquímica Regional entre los Paralelos 7°-8° Sur (Cuencas de la Vertiente Pacífica), 2011. Chira, Jorge; Vargas, Luis; Vásquez, Ronald; Castañeda, David; Calderón, Iván y Guillén, Madeleine.	11	727
En edición	S/N	B	Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Quebrada al Norte del Paralelo 8°00 S, 2011. Chira, Jorge; Vargas, Luis; Vásquez, Ronald; Castañeda, David; Calderón, Iván y Guillén, Madeleine.	10	505

El Grupo Calipuy:

Rocas volcánicas y depósitos de oro en el norte del Perú



Pedro Navarro
Dirección de Geología Regional
pnavarro@ingemmet.gob.pe

En diversas ocasiones hemos leído o escuchado sobre la importancia de la minería, tanto para la generación de ingresos en el país, como para el progreso de las diferentes regiones mediante la asignación del canon minero. Sin embargo no todos conocen que antes de hacer minería es fundamental realizar estudios geológicos en las zonas de interés. Por ello el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Regional, realiza investigaciones geológicas regionales para contribuir al desarrollo de la minería nacional. Uno de estos estudios es el denominado "Proyecto GR4: Geología de las rocas volcánicas de la Cordillera Occidental del norte del Perú", a partir del cual se muestra la relación existente entre las rocas volcánicas conocidas como "Grupo Calipuy" y los yacimientos auríferos como son Yanacocha, Pierina, La Zanja, Alto Chicama, entre otros. A continuación una descripción del proyecto.

La extensa área que cubren los afloramientos volcánicos del Grupo Calipuy comprende las regiones de Piura, Cajamarca, La Libertad y Ancash. Por esta razón se vio por conveniente realizar los estudios geológicos por segmentos (Fig. 1). Así tenemos: el segmento Santiago de Chuco, el segmento Cajamarca, el segmento Cordillera Negra y el Huancabamba.

La metodología de estudio consiste en identificar los paleocentros eruptivos (volcanes, estrato-volcanes, calderas o domos), debido a que estas unidades morfológicas son potenciales blancos de exploración para el hallazgo de nuevos yacimientos auríferos.

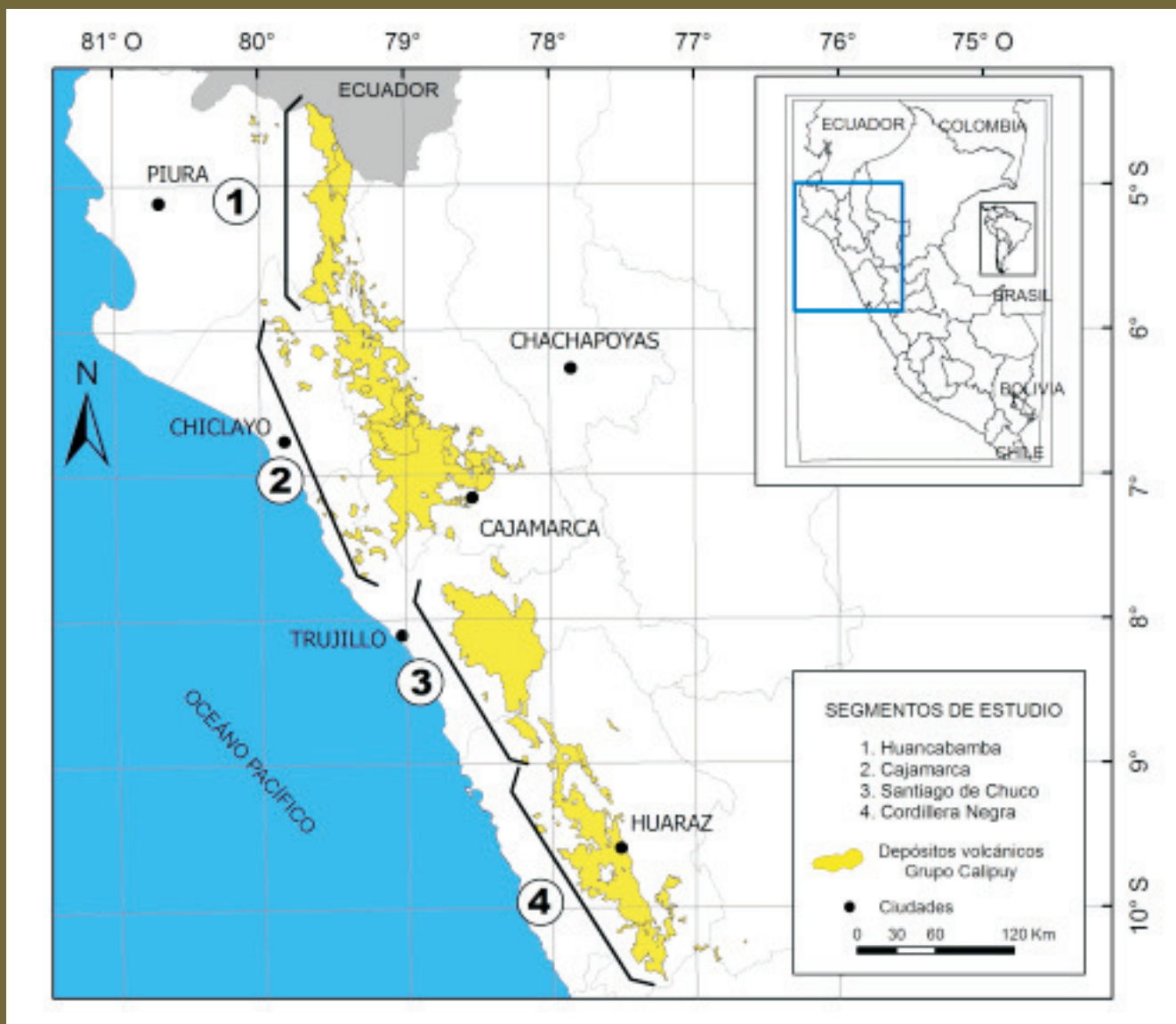


Figura 1.- Segmentos de estudio del Grupo Calpuj

Es así que en el segmento Santiago de Chuco se determinó la existencia de catorce paleocentros eruptivos, los cuales están localizados conjuntamente con sus depósitos volcánicos en quince mapas geológicos actualizados a escala 1:50000.

Además se realizaron estudios estratigráficos y de clasificación volcanológica de los diferentes tipos de afloramientos, basándose en las características de cada depósito; estudios petrográficos y geoquímicos para indicar la serie magmática y correlacionar los afloramientos volcánicos.

Asimismo se efectuaron estudios de geocronología en base a dataciones radiométricas por los métodos

$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y K/Ar ; para finalmente establecer la asociación existente entre los paleocentros volcánicos y los yacimientos metálicos a través de una caracterización metalogénica.

En base a estos estudios se llega a la conclusión que la formación de estos paleovolcanes ocurrió en cuatro etapas a lo largo de 30 millones de años (Eoceno superior al Mioceno inferior) y que los yacimientos asociados se ubican en una franja metalogénica de oro-plata de edad Miocena (Fig. 2). Toda esta información ha sido publicada en el boletín N° 28 serie D - Estudios Regionales del INGEMMET: Geología y Metalogenia del Grupo Calpuj (Volcanismo Cenozoico) Segmento Santiago de Chuco, Norte del Perú.

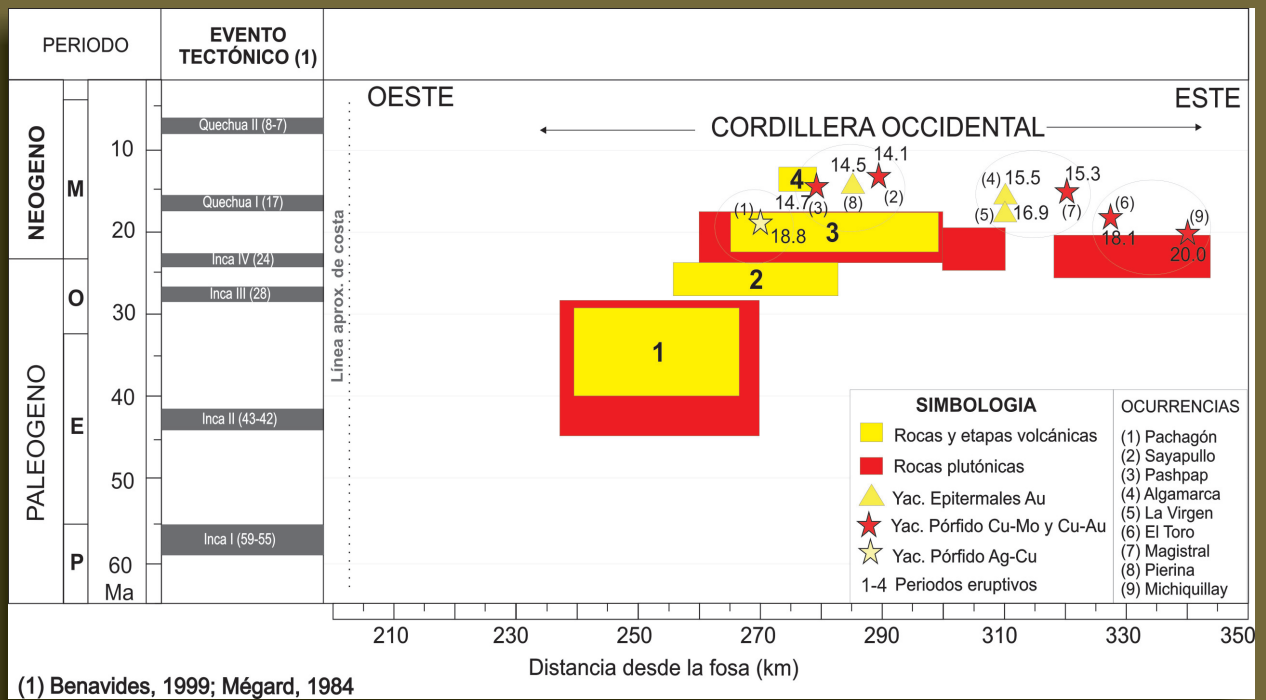


Figura 2.- Principales yacimientos minerales marcan una edad Miocena

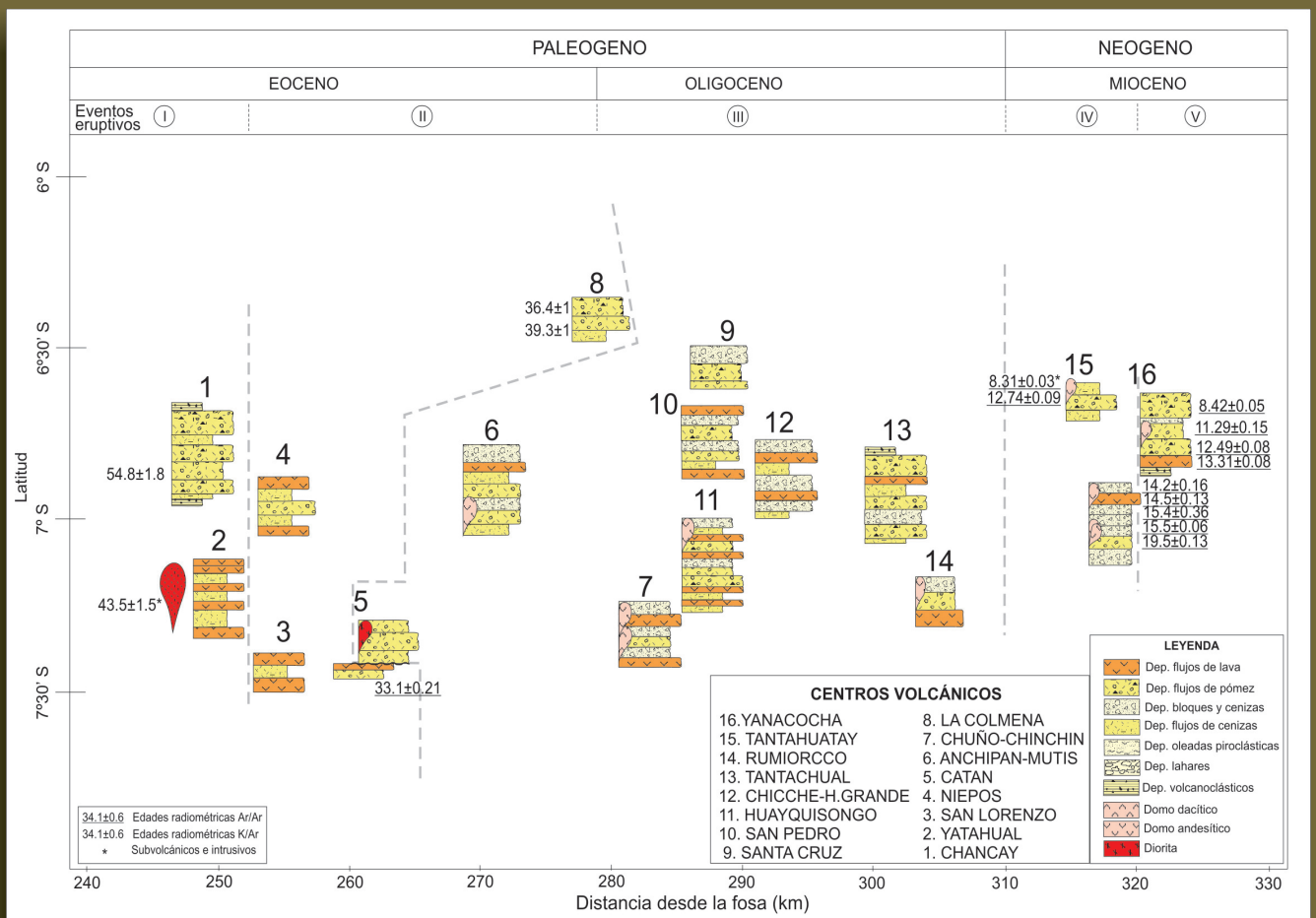


Figura 3.- Evolución del volcanismo en el segmento Cajamarca (sector sur)

EL DATO

Afloramiento volcánico: Son rocas volcánicas que están expuestas en la superficie, debido, si son actuales, a un emplazamiento, o, si son antiguos, a la tectónica y la erosión.

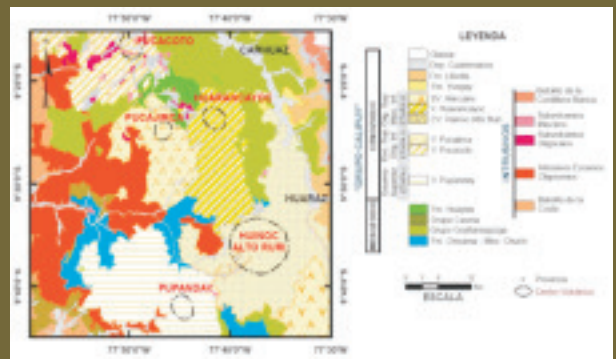


De igual modo, se está terminando de correlacionar la geoquímica de los depósitos volcánicos e intrusivos, cuyos resultados están siendo plasmados en un nuevo boletín sobre la Geología del cuadrángulo de Santiago de Chuco (hoja 17-g) que se encuentra en edición.

De otro lado, en el segmento Cajamarca se realizó la misma metodología de trabajo que en Santiago de Chuco. Los resultados obtenidos indican la formación de quince paleovolcanes (Fig. 3) emplazados luego de cinco etapas de volcanismo en un periodo de 50 millones de años (Eoceno inferior al Mioceno inferior), lo que posibilita la conformación de una franja metalogenética de depósitos epitermales de oro-plata y una de pórfidos de cobre-oro.

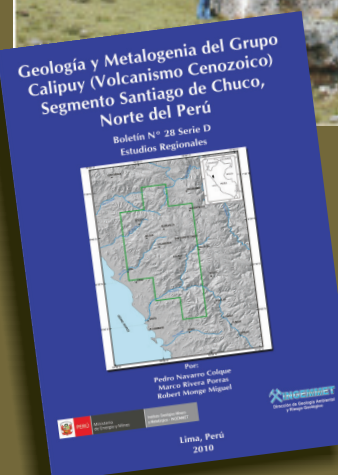
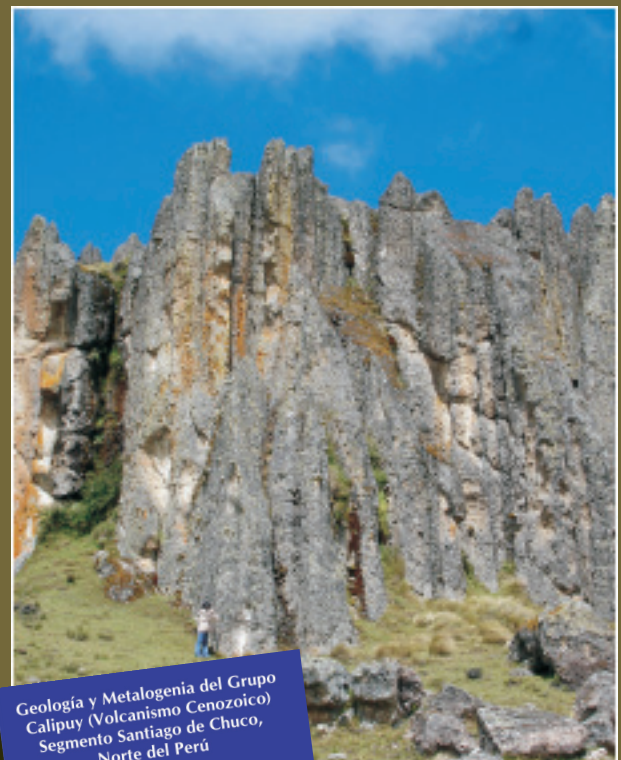
Toda esta información estará disponible en catorce mapas geológicos actualizados a escala 1:50000 y en dos boletines geológicos que tratan sobre la geología y metalogénica del segmento Cajamarca y la geología del cuadrángulo de Cajamarca (hoja 15-f), los cuales están en revisión.

Finalmente, el segmento Cordillera Negra se encuentra actualmente en estudio, sin embargo los avances nos permiten sugerir el emplazamiento de diez paleocentros volcánicos en un periodo de



Cada estudio incluye mapas geológico e información estratigráfica de cada uno de los segmentos.

aproximadamente 40 millones de años. Del mismo modo las ocurrencias minerales se localizan en las inmediaciones de estos paleocentros, evidenciando una vez más la estrecha relación existente entre volcanismo y mineralización.



El boletín 28 D: "Geología y Metalogénica del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico) Segmento Santiago de Chuco, Norte del Perú" es uno de los primeros resultados de los estudios realizados en esta zona del país. Puede consultarse a través de nuestra web o adquirirse a sólo S/. 53.25 en la sede del INGEMMET en la Av. Canadá 1470.



Geología aplicada a la ingeniería

Griselda Luque & Lionel Fídel

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
gluque@ingemmet.gob.pe, lfidel@ingemmet.gob.pe

Generalmente se piensa que la geología solo se aplica para descubrir yacimientos minerales o fuentes de petróleo. Sin embargo, el estudio de la Tierra es vital para diversas actividades como la prevención de riesgos, el desarrollo de otras fuentes de energía y la construcción de obras civiles, como se verá en el siguiente artículo.

Por concepto, la geología es la ciencia que estudia la Tierra en todos sus aspectos y alcances: su origen, su constitución, evolución, los procesos que se realizan en ella a través del tiempo. Es una disciplina apasionante, presente desde tiempos remotos, cuando la piedra entró en el campo de la actividad humana, hasta llegar a desempeñar el papel tan importante que tiene actualmente en la vida de hombres y mujeres.

A lo largo de la historia, el ser humano ha aprendido a usar y a explotar los recursos naturales del planeta. Tanto el descubrimiento de manantiales o cuerpos de agua para su uso, o el descubrimiento de yacimientos de obsidiana para la elaboración de flechas para la caza, indicaban el conocimiento que tenía el hombre primitivo de los recursos que el planeta le podía proporcionar. Las civilizaciones más antiguas presentaban ya un gran interés por los diferentes materiales y su consecuente necesidad.

Hoy en día, se siguen demandando materiales de la naturaleza pero son de una gran variedad y de gran volumen; además de una enorme cantidad de energía,

Geología: más que rocas y minerales

No sólo recursos y energía son campos donde la geología es imprescindible. En 1928 se construyó la presa St. Francis en California (EE.UU.), sin embargo durante el proceso se ignoraron las características geológicas del lugar lo que trajo como consecuencia el colapso de la obra.

Fue entonces que los ingenieros civiles se dieron cuenta que el diseño cuidadoso de la estructura en sí misma no era suficiente para garantizar la seguridad. Antes de este incidente, no existía la visión de que la construcción de una estructura debe ir precedida por un estudio cuidadoso de su entorno y, más aún, de los materiales sobre los cuales se ha de



Los materiales de la naturaleza, como las rocas y los minerales, siempre han ocupado un lugar fundamental en la vida del hombre.



Arriba: Onix usado primitivamente como arma para la caza.
Abajo: Piedra de los doce ángulos, emblema de las construcciones incas.

asentar la estructura. Solo tras el desastre, todos comprendieron la importancia de la exploración y el conocimiento de la zona circundante y de la correcta interpretación de los resultados.

Entonces, resultó aconsejable, forzoso y obligatorio llevar a cabo estudios geológicos detallados y consultar a los geólogos acerca de las características y la estructura de los materiales naturales existentes en el entorno de la construcción proyectada (Krynine&Judd, 1961). De esta manera se empezó a dar importancia al conocimiento geológico en la ingeniería. Es así que, para la ejecución de obras civiles, el conocimiento del medio físico donde estas se construyen es de suma importancia tanto en las etapas de anteproyecto y proyectos constructivos, así como en la propia ejecución de la obra.

Según esto podemos definir la geología aplicada a la ingeniería o ingeniería geológica, como “la aplicación de las ciencias geológicas a la ingeniería civil y minera con el fin de asegurar que los factores geológicos que afecten al proyecto, construcción y

EL DATO

La presa St Francis (Los Angeles) fue construida por el ingeniero autodidacta William Mulholland, quien levantó la obra sobre cimientos defectuosos e ignoró la geología del cañón circundante. Cinco días después de inaugurada, la presa se rompió ocasionando la pérdida de 450 personas y daños por millones de dólares. Este hecho constituyó un hito en la ingeniería, porque a partir de este desastre se da importancia a la geología en la construcción de grandes obras de ingeniería.

mantenimiento de las obras de ingeniería sean tenidos en cuenta e interpretados adecuadamente” (American Geological Institute).

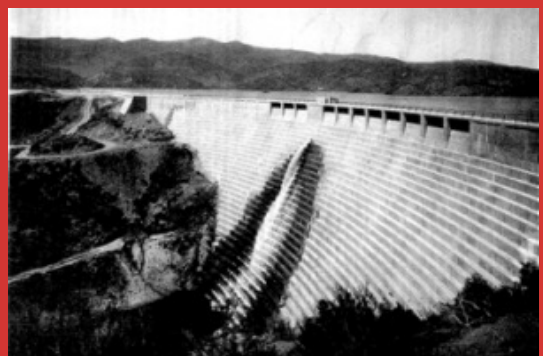
Cabe resaltar que la aplicación de la geología a la ingeniería práctica, implica, en primer lugar, tener un conocimiento de los tres principales materiales de que está constituida la capa más epidérmica de la corteza terrestre: rocas, agua y suelo. Estos tres elementos se encuentran siempre en combinación e interrelacionados entre sí.

De esta forma, la ingeniería geológica parte de un profundo conocimiento de los procesos geológicos para adentrarse en las ciencias denominadas de la geotecnia, con materias propiamente ingenieriles, como son la mecánica del suelo y la mecánica de rocas, teniendo también que extenderse a la geofísica, la sismología, la estadística, etc.

Campos de acción de la ingeniería geológica

La ingeniería geológica se ocupa del estudio de las condiciones geológicas en las que se va a desarrollar un proyecto de ingeniería, de forma que se identifiquen los problemas y se coordinen las investigaciones de manera acorde con las estimaciones de plazos y costos del proyecto. Los resultados deben presentarse con una terminología y redacción comprensible a los demás integrantes del proyecto. La ingeniería geológica parte de principios, en base a los cuales se desarrolla una metodología que se resume en las siguientes etapas: a) fundamentos, b) investigaciones, c) modelos y d) análisis.

Fundamentos. La ingeniería geológica necesita de un profundo conocimiento geológico, apoyado por otras ciencias como la mecánica de suelos y de rocas, además de la geofísica, sismología estadística, entre otras.



Colapso de la presa St. Francis (1928)

Investigaciones. Las investigaciones pueden englobarse en las siguientes etapas o fases:

Fase Inicial, consiste en la selección de emplazamientos y planificación de investigaciones.

Etapas Primera, en la que se definen los principales factores geológicos que influyen en la viabilidad, costo y seguridad del proyecto.



Etapas Segunda, en la que se investigan las áreas de cimentación, se localizan áreas de préstamo y se procede a una detallada exploración.

Etapas Tercera, en la que se completan las investigaciones de la etapa anterior y se suelen efectuar ensayos in situ.



Las investigaciones tienen también algunos objetivos particulares y se realizan para el diseño, construcción y operación. Los métodos de investigación más utilizados son:

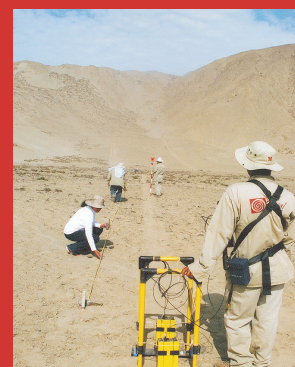
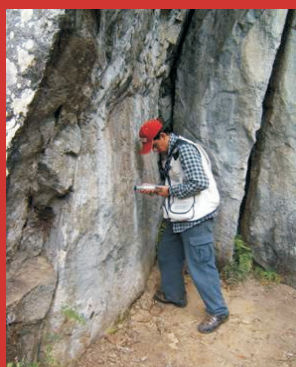
1) Mapas geológicos e interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales; 2) mapas geotécnicos (distribución de los materiales en superficie y en profundidad con indicación de sus propiedades, incluyendo información suplementaria sobre

aspectos geotécnicos tales como la aptitud para cimentaciones, taludes, etc.); 3) geofísica aplicada (sísmica y eléctrica, estableciendo la profundidad del sustrato, grado de ripabilidad, meteorización, propiedades dinámicas, etc.); 4) sondeos (testificación, muestreo, RQD, niveles de agua, etc.); 5) excavaciones (calicatas, pozos y galerías); 6) muestreo y ensayos (propiedades de suelos y rocas, resistencia, deformación, permeabilidad y estabilidad química).

Modelos y análisis. Uno de los objetivos de los estudios es obtener modelos geológicos suficientemente representativos y caracterizados, de forma que permitan dar soluciones más acordes con las condiciones geológicas del lugar investigado y la obra proyectada. Para ello, los modelos más empleados son: modelos físicos (estructurales, centrífugos y discontinuos), modelos matemáticos, modelos fotoelásticos y modelos analógicos.

Aplicaciones. La Ingeniería Geológica está en todas las actividades constructivas o extractivas en mayor o menor grado. Sus principales campos de actuación son los siguientes:

- Condiciones geológicas para los proyectos y construcción de obras civiles (presas, centrales, puentes, túneles, carreteras, puertos, edificios, etc.).
- Condiciones geológicas para el proyecto y explotación de recursos mineros (estabilidad de taludes en minas de cielo abierto, dimensionamiento y sostenimiento en minería subterránea).
- Evaluación y control de riesgos geológicos (terremotos, volcanes, fallas activas, movimientos en masa, subsidencia, suelos expansivos, etc.).
- Evaluación de las condiciones geológicas necesarias para el ordenamiento territorial.



El ingeniero geólogo realiza diversas pruebas y estudio tanto de gabinete como de campo para establecer sus diagnósticos sobre el terreno y la obra

Retos de la ingeniería geológica

Es fácil entender el auge de la Ingeniería Geológica en las últimas décadas, ya que está ligada a todas las actividades constructivas y extractivas.

En el primer caso, figuran los proyectos y obras de ingeniería donde el terreno constituye el soporte, el material de excavación, de almacenamiento o de construcción. Aquí los ingenieros geólogos aplican estos principios geológicos a la investigación de los materiales naturales tierra, roca y agua superficial y subterránea implicados en el diseño, la construcción y la explotación de proyectos de ingeniería civil. En el segundo, es ya conocida la aplicación de la geotecnia en la actividad minera subterránea y a “cielo abierto”. Sin embargo, en estos últimos tiempos, dos retos trascendentales nos obligan a replantear la ruta: 1) el reto del desarrollo y 2) el reto de la energía.

Las clases sociales de escasos recursos económicos se ubican en zonas periféricas de las ciudades, con mala accesibilidad o expuestas a peligros geológicos, con formas de construcción no técnicas y sin planificación urbana. Todo ello configura un proceso de vulnerabilidad en pleno crecimiento, que en muchos casos, se convierte en la principal causa de desastres. Es decir, a veces la vulnerabilidad de estos asentamientos humanos es más peligrosa que el evento natural destructor en sí.

Los procesos geológicos que afectan a poblaciones urbanas están asociados al mal manejo de recursos naturales, la falta de planificación y la injusta distribución de los espacios urbanos con criterios económicos. El impacto de procesos geológicos en el modelaje de una zona donde el hombre se asienta no ha tenido ningún valor en las decisiones del Estado ni han fortalecido las propuestas de las comunidades.

Los valores científicos y tecnológicos desarrollados no han socializado en nuestro pueblo ni están incorporados a las propuestas oficiales de gobierno. Esto debido a que en muchos casos las investigaciones referidas a los desastres se quedan en oficinas o bibliotecas o carecen de una adecuada difusión para que las autoridades y la comunidad le otorguen el valor necesario. Es por ello que los diversos desastres generan desestabilización en el hábitat del hombre y su entorno y tienen una influencia directa en el desarrollo.

Hundimiento de edificación en El Agustino



Fuente de agua termal en Candarave, Tacna



La prevención de desastres es uno de los puntos fuertes de la ingeniería geológica. La exploración de nuevas matrices energéticas, como la geotermia, constituye su otro campo de acción.

En cuanto a la energía, la crisis energética (altos precios del petróleo) ha obligado explotar nuestros recursos en condiciones frecuentemente poco o nada favorables. Por ello, el reto se enmarca en la intervención de la ingeniería geológica en el desarrollo de nuevas fuentes energéticas: gas, geotermia, entre otras.

En conclusión, la aplicación de la geología a la ingeniería tiene como fin asegurar que los factores geológicos condicionantes de las obras de ingeniería sean tenidos en cuenta e interpretados adecuadamente, así como evitar y mitigar las consecuencias de los riesgos geológicos. La geología, entonces, es decisiva en el proceso de formación y desarrollo del país, y en los objetivos de progreso social, aplicación científica y creación tecnológica. Solo “construyendo sobre seguro” podremos garantizar el verdadero crecimiento.



Derecho de vigencia y penalidad



Dirección de Derecho de Vigencia
Contacto: lbarranzuela@ingemmet.gob.pe

La Dirección de Derecho de Vigencia del INGEMMET es la encargada de recaudar los pagos que efectúan los titulares mineros, a fin de mantener la vigencia de sus concesiones. Posteriormente, este dinero es distribuido entre las regiones y distritos donde se ubica el proyecto minero. A continuación, se presenta información básica sobre pagos y obligaciones que todo titular de concesión minera debe tener en cuenta.

● Obligaciones de pago

Derecho de Vigencia y Penalidad

Según el Artículo 10.º del Texto único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo N.º 014-92-EM, la concesión minera es irrevocable en tanto el titular cumpla con las obligaciones de pago que la Ley exige para mantenerla vigente. El incumplimiento en el pago del Derecho de Vigencia y/o Penalidad durante dos años consecutivos constituye una causal de caducidad, tal

como lo prevé el Artículo 59.º de la norma citada. Pero, ¿en qué consiste el pago de vigencia y penalidad?

1. El pago por derecho de vigencia constituye una obligación legal que el Estado le exige al titular de una actividad minera desde la formulación del petitorio minero, y a partir del segundo año, entre el 1 de enero al 30 de junio de cada año. Las deudas vencidas y no pagadas en el plazo indicado, pueden

Funciones de la Dirección de Derecho de Vigencia

El artículo 32º del Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del INGEMMET, aprobado por Decreto Supremo Nº 035-2007-EM, establece que la Dirección de Derecho de Vigencia tiene la responsabilidad de Administrar el Derecho de Vigencia y Penalidad, ejerciendo las siguientes funciones:

- Proponer e implementar políticas relacionadas con la administración del Derecho de Vigencia y Penalidad.
- Elaborar el Padrón Minero Nacional.
- Tramitar solicitudes, emitir opinión y proyectar las resoluciones relacionadas con la administración y distribución del Derecho de Vigencia y Penalidad.
- Proponer las relaciones de no pagos del Derecho de Vigencia y la Penalidad, las exclusiones así como la relación de los derechos mineros en causal de caducidad.
- Atender las solicitudes de devolución por abonos efectuados por concepto del Derecho de Vigencia y Penalidad, así como las acreditaciones.
- Emitir constancias de pago y de vigencia de concesiones.
- Determinar los montos a distribuir del Derecho de Vigencia y Penalidad y sus beneficiarios. Mantener actualizada la información referente a los Pequeños Productores Mineros y Productores Mineros Artesanales, en coordinación con la Dirección General de Minería.

regularizarse con los pagos efectuados en el año siguiente, conforme lo establece el Artículo 39.º del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería. **Esta obligación subsiste aún en el caso que el titular decida iniciar posteriormente una controversia judicial sobre la validez de la concesión, tal como se indica en el Artículo 54.º de la norma ya citada.**

Para determinar el monto a pagar por concepto de Derecho de Vigencia se debe tener en cuenta la condición del titular y el número de hectáreas otorgadas o solicitadas, según se muestra en el cuadro siguiente:

CONDICIÓN	MONTO POR HECTÁREA
RÉGIMEN GENERAL o GRAN MINERÍA (RG)	US\$ 3 Por Hectárea
PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO (PPM)	US\$ 1 Por Hectárea
PRODUCTOR MINERO ARTESANAL (PMA)	US\$ 0.50 Por Hectárea

2. Penalidad: El titular de la concesión minera tiene el derecho a explorar y explotar los minerales en el área o cuadrícula que son patrimonio de la Nación, de conformidad con el Artículo 66.º de la Constitución Política del Perú.

El numeral IV del Título Preliminar del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo Nº 014-92-EM, señala que la concesión minera obliga al titular a invertir en la exploración y explotación para la producción de sustancias minerales.

2.1. Producción o inversión mínima: 1.1. La concesión minera obliga al titular a explotar los recursos mineros ubicados en el área otorgada. En consecuencia, está obligado a invertir y trabajar hasta alcanzar la mínima producción de minerales que exige la Ley General de Minería.

Esta obligación de producción mínima también existe en el caso de haber celebrado un contrato o acuerdo de explotación. Según el Artículo 38.º del Texto Único Ordenado, la producción deberá obtenerse a más tardar al sexto año, a partir del año en que se hubiera otorgado el título de concesión. Tal como en el pago del Derecho de Vigencia, se aplican los siguientes criterios según la condición del titular:

CONDICIÓN	METÁLICO	NO METÁLICO
RÉGIMEN GENERAL (RG)	US\$ 100 Por año y por Ha.	US\$ 50 Por año y por Ha.
PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO (PPM)	US\$ 50 Por año y por Ha.	
PRODUCTOR MINERO ARTESANAL (PMA)	US\$ 25 Por año y por Ha.	

La producción o inversión mínima será declarada por los titulares de la actividad minera a través de la presentación de la Declaración Anual Consolidada (DAC), mediante internet, en la página web <http://extranet.minem.gob.pe>, conforme al procedimiento previsto por la Dirección General de Minería (Artículo 89.º del Decreto Supremo N.º 03-94-EM y 50.º de la Ley General de Minería).

Además, con el objeto de cumplir con la obligación de producción y/o inversión mínima, la legislación minera permite que el titular de dos o más concesiones pueda agruparlas en **Unidades Económicas Administrativas** (UEA), las cuales permiten que los derechos mineros no pierdan su individualidad e intangibilidad del área.

Cabe resaltar que la **Dirección General de Minería** es la instancia a la que le compete determinar e informar acerca del cumplimiento de la obligación de Producción o Inversión Mínima que realicen los titulares de actividad minera, mediante la emisión de la Resolución Directoral que determina el incumplimiento de dicha obligación.

2.2 Pago por penalidad: Con la entrada en vigencia del Decreto Supremo N.º 029-2001-EM, publicado el 18 de junio del 2001, se establece el ámbito de aplicación para el pago de la penalidad. En la mencionada norma, se indica la oportunidad de pago de acuerdo al año en que se otorgó la concesión, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Año de otorgada la concesión	Año del pago de la penalidad
Hasta 1991	2001
1992 al 1995	2002
1996	2003
1997 (así sucesivamente)	2004 (así sucesivamente)

De acuerdo al Artículo 40.º de la Ley General de Minería, se precisa que en caso no se cumpliera con lo dispuesto en el Artículo 38.º, se pagará una penalidad a partir del primer semestre el séptimo año de haber sido otorgado el título de concesión minera.

Para determinar el monto a pagar por concepto de Penalidad, se debe tener en cuenta la condición del

titular, el número de hectáreas del derecho minero y el tramo en que se encuentra, según se muestra en el siguiente recuadro:

CONDICIÓN	DESDE EL 7º AÑO	DESDE EL 12º AÑO
RÉGIMEN GENERAL (RG)	US\$ 6 Por año y Hectárea	US\$ 20 Por año y Hectárea
PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO (PPM)	US\$ 1 Por año y Hectárea	US\$ 5 Por año y Hectárea
PRODUCTOR MINERO ARTESANAL (PMA)	US\$ 0.50 Por año y Hectárea	US\$ 3 Por año y Hectárea

La penalidad correspondiente deberá abonarse en la misma oportunidad que el Derecho de Vigencia, entre el 1 de enero y el 30 de junio, y deberá acreditarse en la misma oportunidad de su pago, según sea el caso. Es importante señalar que no es necesario acreditar si el pago se realiza con código único.

Por otro lado, cuando se amparen dos o más concesiones mineras bajo el sistema de la UEA, el cómputo para determinar la Penalidad, se efectuará en base al petitorio más antiguo, contado a partir del año siguiente de otorgado el título, según lo establecido en el Artículo 45.º de la Ley General de Minería.

● CADUCIDAD

Conforme el artículo 59º del T.U.O. de la Ley General de Minería el no pago oportuno durante dos años consecutivos del Derecho de Vigencia y/o Penalidad produce la extinción de petitorios, concesiones, denuncios, concesión de beneficio, labor General y transporte Minero por causal de caducidad.



El no pago de estos impuestos produce la extinción del petitorio o la concesión por causal de caducidad.

El Pago

Pagos efectuados en la formulación de petitorio

1. Dentro de los requisitos que se deberá cumplir al formular un petitorio minero, se encuentra el efectuar el pago por concepto de Derecho de Vigencia, a este también se le conoce con el nombre del 1.er pago por Derecho de Vigencia. Este pago se realizará en cualquiera de las entidades bancarias autorizadas por el INGEMMET, en una sola oportunidad y en cualquier fecha del año. La principal característica que presentan estos pagos para formulación de petitorio, es que este se efectúa sin utilizar el código único, en la cuenta de OPCIÓN DE PETITORIOS MINEROS (999).

Pagos efectuados a partir del segundo año

Plazo: Según el Artículo 37.º del Decreto Supremo N.º 03-94-EM, el pago del Derecho de Vigencia a partir del 2.º año, se realiza entre el 1 de enero al 30 de junio de cada año.

Condiciones de pago: El pago por Derecho de Vigencia y/o Penalidad podrán ser pagados en dólares americanos de la siguiente manera:

CONDICIÓN	PRODUCTOR MINERO ARTESANAL	PEQUEÑO PRODUCTOR MINERO	RÉGIMEN GENERAL
MONTO	US\$ 0,50	US\$ 1,00	US\$ 3,00

Es importante señalar que la condición de PPM o PMA alcanza a todas aquellas personas naturales o jurídicas que acrediten dicha condición vigente a la fecha de pago. Si se formula un petitorio con dos (2) titulares, ambos deben tener la condición de PPM o PMA.

LUGARES DE PAGO: Los pagos por Derecho de Vigencia y/o penalidad se realizarán en las entidades del Sistema Financiero debidamente autorizadas por el INGEMMET, utilizando el código único del derecho minero. Entre ellos, se encuentran el Banco Scotiabank, el Banco de Crédito del Perú, el Banco Interamericano de Finanzas y el Banco Continental.

Modalidades de pago

De acuerdo a lo determinado por la Ley minera, los pagos se efectúan de la siguiente manera:

PAGOS SIN CÓDIGO ÚNICO – OPCIÓN NUEVOS PETITORIOS (999)

Son pagos efectuados por concepto de Derecho de Vigencia por Nuevos Petitorios.

SCOTIABANK PERU S.A.A. 9/06/06
266 AG. OTRO COMERC. SAN BORJA 15:13:53
RUC EMPRESA : 20131269396 INSTITUTO NACIONAL DE CONECTIVO Pas: 1
Cod.Cliente : 999 FORMULACION DE PETIT DOC:999
SERV : 101 DERECHOS DE VIGENCIA REF: REGISTROS FUNDACIONES
Cod====Concepto====Importa==== VCTO: 30/06/07
02 PAGO EN US\$ NUEVOS PETI 0.00 A Pasar : 3,000.00
Mora : 0.00
Descuento : 0.00
TOTAL A PAGAR US\$: 3,000.00
COMISION US\$: 0.46
SALDO S/ : 10,000.00 TOTAL COMISIONES : 0.46
FORMA DE PAGO: CHEQUE VOUCHER 3389597-002 US\$ 3000.00
*** VIAJA GRATIS A ESPAÑA - Recibe tus reservas de dinero desde España en el 050.270.0069 007414 007414 9/06/06 ALSERVILE

PAGOS CON CÓDIGO ÚNICO

De acuerdo al Artículo 37º del Decreto Supremo N° 034-94-EM los pagos por Derecho de Vigencia y/o Penalidad se realizarán utilizando el código único del derecho minero.

SCOTIABANK PERU S.A.A. 6/05/10
421 AGENCIA HUARAZ RECAUDACION EN CUOTAS VARIABLES 10:27:10
RUC EMPRESA : 20112919377 INGENMET - INST.GEOLG.MINERO-METAL Pas: 1
DERECHO MINERO : 520003609 UNION SOCIEDAD DOC:2010
SERV : 101 DERECHOS DE VIGENCIA REF: DER. VIGENCIA 2010
Cod====Concepto====Importa==== VCTO: 3/07/10
03 PAGO DERECHO VIGENCIA 2 150.00 A Pasar : 150.00
Mora : 0.00
Descuento : 0.00
TOTAL A PAGAR US\$: 150.00
COMISION US\$: 0.46
SALDO S/ : 0.00 TOTAL COMISIONES : 0.46
FORMA DE PAGO: EFECTIVO SOCI 999999.99 US\$ 150.46
ESTIMADO CLIENTE ANTES DE RETIRARSE DE LA VENTANILLA VERIFIQUE QUE LOS DATOS CONSIGNADOS CORRESPONDAN A LA OPERACION SOLICITADA POR USTED
050.070.0007 U10200 U10200 6/05/10 RLRR41E

Sin embargo, a opción del titular minero, también podrá realizar sus pagos:

PAGO SIN CÓDIGO ÚNICO – DEPÓSITOS EN CUENTA CORRIENTE Y OTROS

Estos pagos son remitidos por la entidad bancaria mediante el estado de cuenta corriente, por lo que los titulares deben acreditarlos ante el INGEMMET para que puedan ser identificados y registrados en el Sistema de Información Institucional (módulo de pagos).

IMPORTANTE:

En caso se desee pagar el Derecho de Vigencia y/o penalidad con Certificados de Devolución, deberá presentarse, dentro de las fechas previstas por Ley en la Sede Central del INGEMMET o en sus Órganos Desconcentrados, una solicitud adjuntando el **certificado original** e indicando el **código único, nombre del derecho minero, concepto, año e importe acreditado**. En caso el Certificado de Devolución emitido sea de un tercero, la solicitud deberá contar con la firma legalizada del titular del mismo.

FORMAS DE PAGO: Los pagos se podrán efectuar, según la entidad bancaria, en efectivo, cheque del mismo banco, cheque de otro banco (gerencia o certificado), o cargo en cuenta.

ACREDITACIÓN DEL PAGO

El Artículo 37.º del Decreto Supremo N.º 03-94-EM establece que la acreditación del pago de Derecho de Vigencia y/o Penalidad es automática cuando se hace uso del Código Único del Derecho Minero.

Si el pago se ha realizado sin utilizar el Código Único o se encuentra extinguido siendo objeto de una medida cautelar vigente o acción contenciosa administrativa ante el Poder Judicial y no figura en el Padrón Minero, los titulares deberán acreditar sus pagos dentro del mes siguiente de efectuado.

La acreditación se realiza ante el INGEMMET mediante la Dirección de Derecho de Vigencia, presentando el original de la boleta de pago del Derecho de Vigencia y/o Penalidad hasta un mes después de efectuado y el respectivo derecho de trámite por dicha acreditación, que se puede efectuar en la caja del INGEMMET o en la Cta. Cte. N.º 000-282707 del Banco de la Nación, a nombre del INGEMMET.

Acreditación extemporánea: El titular podrá acreditar extemporáneamente su pago. Para ello se debe pagar el derecho de trámite. Dicha solicitud procede si el derecho minero no cuenta con Resolución de Extinción Consentida.



RESOLUCIONES DE NO PAGO

1. **Resoluciones de no pago del derecho de vigencia y penalidad:** El INGEMMET expedirá la resolución que aprueba el listado de concesiones mineras cuyos titulares no han cumplido con el pago oportuno de la Penalidad, a los treinta (30) días naturales siguientes de remitida la información de titulares que no cumplieron con la Producción o Inversión Mínima, aprobada por Resolución Directoral expedida por la Dirección General de Minería.

Excepcionalmente, en los casos en que se detecte incumplimiento de pagos individuales, las Relaciones de No pago podrán expedirse en forma individual en cualquier momento y serán notificadas por correo certificado.

2. **Exclusión y/o impugnación de la relación de no pagos:** Los titulares de derechos mineros que hayan efectuado el pago oportuno del Derecho de Vigencia y/o Penalidad en la forma y modos previstos en la Ley General de Minería y Reglamentos podrán solicitar la exclusión de la relación de no pago respectiva, en un plazo de 15 días hábiles contados a partir del día siguiente de la publicación de la citada resolución en el diario oficial El Peruano o su notificación por correo certificado.

Los titulares de derechos mineros deberán tener en cuenta que los recursos que presenten contra la resolución que determinan el incumplimiento en el pago de un año serán calificados como solicitudes de exclusión y que lo resuelto respecto de la citada solicitud podrá ser impugnado ante el Consejo de Minería. En el caso de recurso contra resoluciones que involucren el no pago de dos años consecutivos, esta se tramitará conjuntamente con la declaración de la caducidad.

● PADRÓN MINERO NACIONAL

A partir del 1 de enero del año 2000, el pago del Derecho de Vigencia de petitorios, denuncios, concesiones mineras, concesiones de beneficio de labor general y de transporte, se efectuarán sobre la base del Padrón Minero **actualizado al 31 de diciembre de cada año**. Dicho padrón es elaborado por el INGEMMET, y está automatizado e integrado con una o más entidades del Sistema Financiero Nacional, conforme lo dispone el Decreto Supremo N.º 052-99-EM.

El Padrón Minero constituye un documento cuya aprobación se efectúa anualmente a través de una Resolución de Presidencia que se publica en el diario oficial El Peruano, el cual facilita el pago de las obligaciones pecuniarias correspondiente a los petitorios, denuncios, concesiones mineras, concesiones de beneficio, de labor general y de transporte, teniendo **carácter referencial**.

La información que proporciona el Padrón Minero Nacional se clasifica de la siguiente manera:

Rubro 1: Denuncios, Petitorios y Concesiones mineras. Este rubro presenta la siguiente información:

AÑO ANTERIOR “DEUDA”: Para determinar las deudas en el Padrón Minero del año anterior, es decir las obligaciones no cumplidas en el ejercicio anterior por concepto de Derecho de Vigencia y/o Penalidad, se toman en cuenta: a) las hectáreas al 31 de diciembre del año anterior y b) información sobre la condición del titular y/o cesionario al 30 de junio del año anterior.

AÑO CORRIENTE “OBLIGACIÓN”: Para el pago de las obligaciones del Derecho de Vigencia y/o Penalidad del año corriente, se consignan únicamente las hectáreas, debiendo el titular y/o cesionario pagar según su condición (Régimen General, PPM o PMA) vigente a la fecha en que efectúe el pago.

Asimismo, se consigna información de las concesiones mineras pasibles al pago de penalidad, en caso no acrediten obligación de Producción y/o Inversión Mínima. En estos casos, las concesiones mineras son identificadas con las letras “A” o “B”, atendiendo a la antigüedad del título de conce-



La consulta de depósitos del pago del derecho de vigencia y penalidad también se puede efectuar desde nuestra web, en el enlace:

<http://www.ingemmet.gob.pe/ConsultaVP/Default.aspx?Opcion=2>
15

sión, la situación jurídica de la concesión minera como integrante de una Unidad Económica Administrativa, parte de una acumulación o producto de un fraccionamiento o división.

Las concesiones mineras que cumplan 7 años de otorgado el título de concesión, calculado desde el año siguiente, se encuentran identificados con la letra “A”, y las que cumplan 12 años o más de tituladas con la letra “B”.

Rubro 2: Concesiones de Beneficio y Transporte Minero.

Los titulares de las **Concesiones de Beneficio** pagan el Derecho de Vigencia, en función de la capacidad instalada de producción, expresada en Toneladas Métricas/ Día (Tm/Día), de acuerdo a los porcentajes de la UIT siguientes:

TM/Día	UIT
Hasta 350	0.0014 de una UIT por cada TM/Día
Más de 350 – hasta 1,000	1.00
Más de 1.000 – hasta 5.000	1.5
Por cada 5.000 TM/Día en exceso	2.00

Las concesiones de **Transporte minero**, pagan en función a su longitud, a razón de 0.003% de una UIT por metro lineal de labor proyectada.

Rubro 3: Derechos mineros extinguidos con proceso judicial

En el rubro 3 del Padrón Minero, también se ha tomado en cuenta a aquellos derechos mineros extinguidos, cuya validez se encuentra en discusión ante el Poder Judicial, de conformidad con lo dispuesto por el Artículo 54.º del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, ya que la obligación de pago subsiste aún en estos casos.

● DISTRIBUCIÓN

DETALLE X MESES	RESOLUCIONES	AÑO 2011 - TOTAL DISTRIBUIDO:	MONTO DISTRIBUIDO USD
			804,558.35
		GOBIERNO REGIONAL DE AMAZONAS	2,616.82
		GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH	76,142.92
		GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC	15,096.95
		GOBIERNO REGIONAL DE AREQUIPA	109,224.41
		GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO	48,482.70
		GOBIERNO REGIONAL DE CALAMARCA	28,088.35
		GOBIERNO REGIONAL DE CALLAO	82.50
		GOBIERNO REGIONAL DE CUSCO	33,997.36
		GOBIERNO REGIONAL DE HUANCAYELCA	30,946.43
		GOBIERNO REGIONAL DE HUANCUCO	17,696.33
		GOBIERNO REGIONAL DE ICA	34,953.75
		GOBIERNO REGIONAL DE JUNIN	44,388.46
		GOBIERNO REGIONAL DE LA LIBERTAD	71,558.56
		GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE	4,023.28
		GOBIERNO REGIONAL DE LIMA	50,679.51
		GOBIERNO REGIONAL DE LORETO	2,425.00
		GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS	117,780.97
		GOBIERNO REGIONAL DE MOQUEGUA	6,635.22
		GOBIERNO REGIONAL DE PASCO	10,690.86
		GOBIERNO REGIONAL DE PIURA	22,382.88
		GOBIERNO REGIONAL DE PUNO	59,391.68
		GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTIN	1,250.00
		GOBIERNO REGIONAL DE TACNA	9,850.47
		GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES	409.88
		GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	850.00

El dinero recaudado de estos impuestos mineros se distribuye a las localidades en donde se han solicitado petitorios. La distribución también puede consultarse en línea mediante el enlace: <http://www.ingemmet.gov.pe/ConsultaDVigencia/>

Según lo establecido en el Artículo 57.º del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, los ingresos obtenidos por Derecho de Vigencia y Penalidad, también denominado Derecho de Vigencia de Minas, constituyen recursos directamente recaudados.

Dichos ingresos son asignados y distribuidos mensualmente a los beneficiarios establecidos por Ley, mediante resolución emitida dentro de los últimos 15 días del siguiente mes, la cual es publicada en el diario oficial El Peruano.

Adicionalmente, dicha distribución también se publica en la página web de la institución y se comunica mediante oficios a cada uno de los beneficiarios, con el fin de reforzar la publicación realizada en diario oficial El Peruano.

El Banco de la Nación es la institución encargada de realizar las transferencias a las cuentas de cada

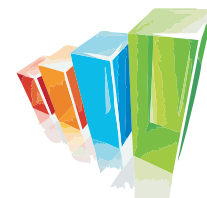
beneficiario. Luego, estos montos se incorporarán en el Presupuesto Institucional de los Gobiernos Locales y Regionales, en la fuente de financiamiento: recursos directamente recaudados, que debe ser aprobada mediante la resolución respectiva.

Hay que tener en cuenta, que las transferencias que se efectúen dependerán del pago íntegro que realicen los titulares de concesiones mineras existentes dentro de sus demarcaciones territoriales, y no sean objeto de devolución según las causales previstas en el Artículo 24.º del Decreto Supremo N.º 03-94-EM. En caso se hubiera distribuido el pago de Derecho de Vigencia y/o Penalidad objeto de devolución entre los beneficiarios, se efectuará su compensación con las futuras entregas de los montos recaudados por dichos conceptos de conformidad con el Artículo 30.º del Decreto Supremo N.º 03-94-EM.

La demarcación territorial que se utiliza para los efectos de distribución de ingresos provenientes del Derecho de Vigencia y Penalidad es la Cartografía Digital Censal elaborada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, que demarca las circunscripciones territoriales de los distritos y provincias del país, hasta que se disponga la cartografía oficial con precisión de límites de la totalidad de distritos y provincias del país.

1. BENEFICIARIOS DE LA DISTRIBUCIÓN: En la actualidad, de acuerdo a lo dispuesto por el Artículo 57º de la Ley General de Minería, modificado por Ley Nº 29169, los montos recaudados por Derecho de Vigencia y Penalidad se distribuirán de la siguiente manera:

TITULAR: REGIMEN GENERAL	
INSTITUCIONES	%
DISTRITOS	75%
INGEMMET	20%
MEM	5%
GOBIERNOS REGIONALES	0%
TOTAL	100%



TITULAR: PPM ó PMA	
INSTITUCIONES	%
DISTRITOS	75%
INGEMMET	0%
MEM	0%
GOBIERNOS REGIONALES	25%
TOTAL	100%



Talleres sobre ENERGÍA GEOTÉRMICA en el sur del país

La geotermia constituye una forma limpia, sostenible, renovable y alternativa para producir energía eléctrica. Nuestro país cuenta con diversas áreas de potencial geotérmico, especialmente en las regiones de Arequipa, Tacna, Moquegua y Puno.

Es por ello que la Dirección General de Energía del Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), organizó los talleres itinerantes de geotermia, con la finalidad de informar a la población acerca de los beneficios de este recurso.

El primer taller desarrollado a nivel nacional se realizó el pasado 7 de julio en el auditorio de la municipalidad de Tarata (Tacna) y contó con la participación de 30 representantes de comunidades como: Candarave, Calientes, Susapaya, Yabroco, Palca y Cairani, todas estas zonas estudiadas por el INGEMMET y calificadas de alto potencial geotérmico.

Asimismo, el pasado 14 de julio se realizó el II Taller en la Municipalidad de Carumas (Moquegua), el mismo que contó con la asistencia de 50 representantes de las comunidades de Pasto Grande, Aruntaya, Ataspaya, Calacoa, Titire, Quebaya, Cuchumbaya, Soquesane, Sacuaya, Solajo y Salylapa.

En los talleres, la introducción estuvo a cargo de la Abg. Melisa Mendoza del MINEM, quien explicó la importancia del desarrollo de la energía geotérmica y cómo esta contribuiría a diversificar la matriz energética del país. Posteriormente, se realizó la presentación técnica, a cargo de la Ing. Vicentina Cruz del INGEMMET, quien explicó el concepto, las ventajas y las aplicaciones de la energía geotérmica.

En la segunda parte del taller, se conformaron equipos de trabajo en los que los participantes expresaron lo aprendido a través de la charla y manifestaron sus inquietudes y opiniones a través

de una exposición. A partir de este intercambio de ideas, se elaboraron la estructura y los contenidos para próximos talleres, completándose así el proceso de este proyecto de comunicación.

Cabe resaltar que estos talleres, son el punto de partida para la difusión de la energía geotérmica en el país y que próximamente se desarrollarán más en cada una de las comunidades y con la participación de toda la población.

EL DATO

El próximo taller se realizará en la ciudad de Putina, región Puno el día 26 de agosto



Este es el afiche emblema de los talleres

INGEMMET realizó capacitación para el personal de sus órganos desconcentrados

Del 18 al 22 de julio el personal de los órganos desconcentrados de Trujillo, Arequipa, Madre de Dios y Cusco del INGEMMET participaron del “I Taller interno: Geología, Minería y POM” (Procedimiento ordinario minero), organizado con el objetivo de fortalecer las capacidades y conocimientos de estos profesionales en lo que se refiere a los dos campos de acción de nuestra institución: la geología y el catastro minero.

De esta manera, los abogados y especialistas encargados de conducir el procedimiento ordinario minero, recibieron clases generales de geología y sobre los diversos proyectos geocientíficos que realiza el INGEMMET, como son: los estudios de hidrogeología, riesgo geológico, cartografiado, geotermia, patrimonio geológico, recursos minerales entre otros.

Del mismo modo, profesionales del área de geología conocieron cómo se realiza el proceso de otorgamiento de concesiones, los pagos que debe realizar un titular minero y los requisitos que se debe cumplir para realizar un petitorio.



Este intercambio de conocimientos y experiencias les permitirá obtener una visión más amplia y completa del trabajo del INGEMMET y utilizar estos conocimientos para apoyar a los gobiernos regionales con la elaboración de su inventario de recursos minerales y sus procesos de zonificación ecológica – económica.



Curso sobre avalanchas de escombros volcánicos en Arequipa

Aunque la mayoría de personas relaciona “peligro volcánico” con “erupciones”, lo cierto es que no es necesario que surja lava de un volcán para que éste resulte peligroso. Los estudios y la realidad demuestran que el derrumbe o colapso sectorial de un volcán activo o potencialmente activo (como los que tenemos en el sur) puede producir avalanchas de escombros que ocasionen la muerte de las poblaciones aledañas y cuantiosas pérdidas materiales.

Por ello el 20 y 21 de julio se llevó a cabo el curso “Avalanchas de escombros volcánicos: estructura y sedimentología”, organizado por el equipo de vulcanología del INGEMMET, en coordinación con la Universidad Nacional de San Agustín y la Red Universitaria Franco-Peruana Raúl Porras Barnechea.

El curso, que incluyó clases teóricas y trabajos de campo, fue dictado por el Dr. Benjamín Van Wyk de Vries y la MSc. Karine Bernard, ambos docentes de la Universidad Blaise Pascal de Francia.

En la capacitación se abordaron temas relacionados a la dinámica y mecanismos de construcción de los volcanes, así como la dinámica de destrucción de volcanes y la formación de depósitos de avalanchas volcánicas. También se mostraron modelos analógicos de destrucción de conos volcánicos y la formación de avalanchas de escombros, como los ocurridos en centro América y en el sur peruano.

Cabe resaltar que las avalanchas de escombros están ligadas probablemente a las malas propiedades litológicas de su substrato, presencia de fallas

geológicas, crecimiento de domos, desencadenamiento de erupciones explosivas u otro mecanismo. Desde el punto de vista de peligros y riesgos, el estudio de estos tipos de depósitos es importante debido a que volcanes activos y potencialmente activos con conos perfectos, como los que tenemos en los Andes del sur peruano: Misti, Ubinas, Yucamane, etc., de un momento a otro.

El trabajo de campo se centró en el estudio de los depósitos de avalanchas del volcán Misti, el cual durante su historia eruptiva (principalmente entre 112 y 40 mil años) presentó al menos dos depósitos de avalanchas de escombros que yacen entre 10 y 12 km al pie de los flancos sur y suroeste del volcán (quebradas San Lázaro y Pastores), sobre el cual se vienen asentando numerosos asentamientos humanos y construyendo numerosas obras de infraestructura.

Uno de los mayores riesgos que presenta el Misti es el colapso o derrumbe de un sector de su flanco Noroeste, el cual puede generar graves daños en el valle del Río Chili donde se localizan al menos cinco centrales hidroeléctricas de Charcani. Además gran parte del agua destinado al consumo humano de la ciudad de Arequipa es tomado de este río.

En este sentido, los trabajos de monitoreo desarrollados por el grupo de vulcanología del INGEMMET buscan alertar de manera oportuna y eficiente a la población y a las autoridades en caso de la ocurrencia de este tipo de proceso.

Estudio de lahares permitirá elaboración de mapas de peligro volcánico

Los lahares son flujos de barro que se movilizan por las laderas de los volcanes y que muchas veces generan más daño que cualquier otro proceso volcánico. Por ello la estudiante francesa Nina Bellot, quien realizó sus prácticas con el equipo de vulcanología del INGEMMET, elaboró un estudio sobre el modelamiento de lahares de los volcanes activos Sabancaya, Ubinas y Yucamane (localizados en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna), el cual contribuirá para la producción de los respectivos mapas de peligro volcánico.

El estudio implicó la realización de trabajos de campo, como el muestreo y análisis de antiguos lahares, y la utilización del programa LAHARZ. Este aplicativo virtual fue elaborado en 1998 por el Dr. Steve Schilling, del Servicio Geológico de los Estados Unidos, y está especialmente diseñado para modelar lahares en zonas volcánicas. El trabajo de

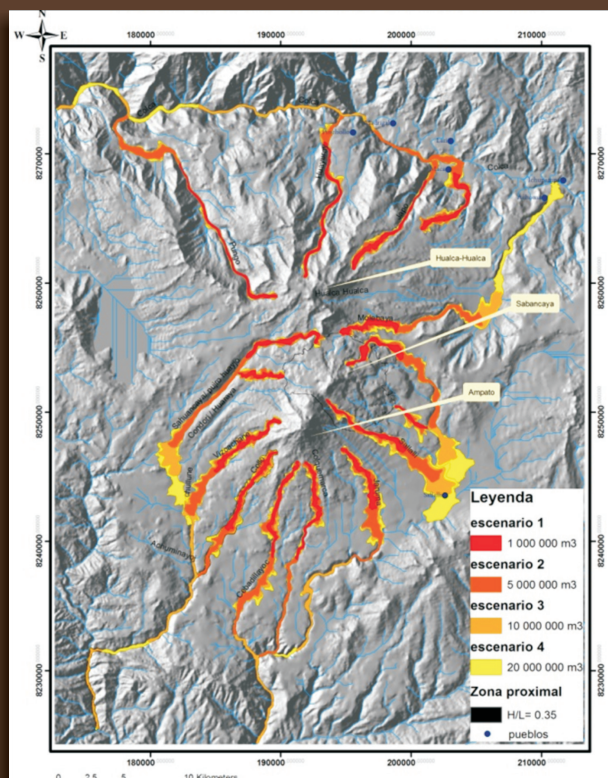
Bellot consistió en modelar lahares de diferentes volúmenes en las quebradas que drenan alrededor de los volcanes. Los resultados fueron presentados en mapas topográficos con DEM (Modelos de Elevación Digital, por sus siglas en inglés), a escala 1:50000. Este tipo de mapa permitirá predecir el comportamiento del lahar y hacia dónde se dirige. En base a esta información se podrá mejorar la calidad de la evaluación y la predicción de los peligros por lahares, y ende, la prevención de desastres en el sur del país.

Cabe resaltar que Nina Bellot es una estudiante en Ciencias de la Tierra de la Universidad Paul Sabatier (Toulouse, Francia) que durante 4 meses (marzo - julio 2011) realizó sus prácticas con el equipo de Vulcanología del INGEMMET, y con el asesoramiento del Dr. Pablo Samaniego (IRD). Esto gracias al convenio de cooperación INGEMMET-IRD.



EL DATO

Los lahares son procesos naturales catastróficos que ocurren en zonas volcánicas como el sur del Perú. Pueden ocurrir durante o después una erupción volcánica, pero también por acción de fuertes lluvias, fusión de la nieve en volcanes con cobertura glaciaria, etc. Los lahares transportan todo tipo de depósitos volcánicos (cenizas, bloques, etc.) que recorren por las laderas y quebradas de los volcanes.



Mapa del Complejo volcánico Ampato-Sabancaya que muestra los diversos escenarios, clasificados según el volumen del agua del lahar. Las zonas más vulnerables se concentran alrededor del complejo (15-20 km) y en las quebradas. El pueblo de Maca y el sector de Sallalli podrían ser afectados por lahares.

Conferencia de prensa

Concesiones mineras: algunas precisiones



“La concesión minera no otorga ningún derecho sobre la superficie del terreno, sino únicamente sobre el yacimiento, el mineral que está en el subsuelo”, indicó el presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, Ing. Walter Casquino, en conferencia de prensa organizada el 25 de julio, con el objetivo de aclarar diversos puntos en torno a las concesiones mineras y los últimos conflictos que se han presentado en el país.

El INGEMMET actúa conforme a la Ley

“La Ley General de Minería es clara cuando dice que el titular de una concesión minera está obligado a respetar las obras de infraestructura, restos arqueológicos, red vial, etc., que existieran sobre la zona de interés, y que debe pedir el permiso al dueño del terreno superficial para iniciar sus operaciones. Esto lo saben todos los mineros (pues el artículo va incluido en el título de la concesión) y los empresarios que hacen minería en el país”, agregó Casquino.

Además, el presidente de la institución aclaró que, luego de obtener el título de concesión, el titular minero debe obtener una serie de autorizaciones (de la Autoridad Nacional de Agua, del Ministerio de

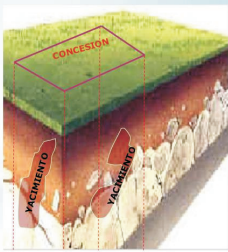
Cultura, de la Dirección General de Salud Ambiental, etc.) antes de iniciar sus actividades.

Por otro lado, el Ing. Casquino consideró que los últimos conflictos mineros se han producido principalmente por un problema de información y de interpretación. “Cuando la gente ve que existen petitorios en el Perú, cree que hemos vendido sus terrenos, que de un día para otro se abrirán minas a tajo abierto cuando no es así. Actualmente, tenemos casi el 30% de territorio concesionado, pero de ese total solo el 1% son concesiones activas, el 0,5% está en exploración y el 0,5% en explotación”, aseguró.

El experto señaló también que las municipalidades provinciales y distritales están enteradas de los territorios que se concesionan, pues el INGEMMET publica esa información en el diario El Peruano y en otros periódicos oficiales de la localidad donde se realiza el petitorio. Además, cada año se le entrega a cada municipalidad el monto recaudado por derecho de vigencia y penalidad, impuesto que es pagado por cada titular minero y que está normado por Ley.

**Artículos 9 y 11 del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería
Decreto Supremo N° 014-92-EM**

- La concesión minera otorga el derecho al aprovechamiento de los recursos minerales existentes en un yacimiento mineral.
- El yacimiento mineral es un bien distinto y separado del predio donde se encuentra ubicado.
- La concesión minera no concede ningún territorio (predio, terreno o tierras).
- Las concesiones mineras se otorgan por sustancias metálicas y no metálicas, de 100 a 1,000 hectáreas en dominio terrestre y de 100 a 10,000 hectáreas en dominio marítimo.



El Ing. Casquino reconoció que los actuales problemas en torno a la minería se deben en parte a problemas de información y comunicación, a los que se comprometió a combatir

Las concesiones mineras y la consulta previa

Asimismo, el titular del INGEMMET se refirió a las implicancias que tiene el Decreto Supremo 023-2011-EM, Reglamento del Procedimiento para la Aplicación del Derecho de Consulta a los Pueblos Indígenas para las Actividades Minero-Energéticas, sobre el proceso de otorgamiento de concesiones mineras, señalando que “la Primera Disposición Transitoria del Decreto Supremo publicado el 12 de mayo establece que los procedimientos iniciados antes de su vigencia se rigen por las normas de participación ciudadana. En consecuencia, los petitorios efectuados a partir del 13 de mayo necesitarán del proceso de consulta para ser otorgados en concesión. El Ministerio de Cultura es el sector al que corresponde informar sobre las poblaciones consideradas pueblos indígenas, por lo que la culminación del trámite de las solicitudes de

concesión a consultar está sujeta a la información que nos brinde dicho ministerio”. Actualmente, el INGEMMET viene trabajando sobre los petitorios formulados antes del 13 de mayo cumpliendo con las normas que regulan su procesamiento.

Finalmente, Casquino señaló que el país y el mundo necesitan de la minería para seguir con el ritmo de vida actual. “Sé que hay cosas que debemos mejorar para evitar los conflictos, por ejemplo, una alternativa es que los dueños del terreno sean socios del proyecto minero y que nosotros mejoremos nuestros mecanismos de difusión e información con el pueblo. Lo importante es que no digamos 'no a la minería'. Actualmente existen 40 mil millones de dólares de inversión en minería; si dejamos que eso se pierda, será una pérdida no solo para los mineros, sino para todo el Perú”, agregó.

**II Simposio Internacional
ROCAS Y MINERALES
INDUSTRIALES**

RMI

Huancayo, Perú – 1 y 2 de Diciembre, 2011

Informes:
 Econ. Alejandra Díaz Valdivieso adiaz@ingemmet.gob.pe
 Ing. Mario Carpio Ronquillo mcarpio@ingemmet.gob.pe
 Bach. José Ramírez Carrión jramirez@ingemmet.gob.pe
 Trad. Mercedes Vitteri Quiroz mvitteri@ingemmet.gob.pe

Nueva publicación

Geología de la ciudad de las pirámides



Caral, la ciudad monumental más antigua de América, ha sido estudiada por el INGEMMET para entender mejor su evolución geológica y relacionarla con aquellos aspectos que determinaron la vida cotidiana de sus habitantes. Las investigaciones incluyeron: el levantamiento geológico del complejo arquitectónico a escala 1:25000 y 1:2000; estudios de geomorfología, geología regional y local, y geología estructural; estudios geofísicos con el georadar de penetración GPR; estudio de los minerales y material lítico utilizados en la ciudadela y un análisis de los peligros geológicos que podrían afectar la conservación de este patrimonio cultural. A continuación un resumen de los resultados que ya pueden consultarse en el nuevo boletín "Geología de la ciudad sagrada de Caral".

La Ciudad Sagrada de Caral, también conocida como "ciudad de las pirámides", debido a las seis grandes estructuras piramidales que la conforman, es el asentamiento urbano con arquitectura monumental más antiguo de América. Posee una edad de 4600 a 4100 años, y habría sido ocupada entre 500 y 660 años. Está localizada en la margen izquierda del río Supe, a una altura de 350 msnm, en la costa central del Perú, en el distrito de Supe, provincia de Barranca y departamento de Lima. Toda la ciudad fue construida con piedras, lo que otorgó monumentalidad a sus pirámides, recintos y viviendas. Aquí se puede ver el inicio de lo que más tarde, es decir 4000 años después, serían las construcciones monumentales en piedra de Machu Picchu, Choquequirao y Saqsaywaman.

La primera ciudad de piedra

Caral fue construida enteramente en piedra, por lo que se ha estudiado las canteras, además los materiales líticos y minerales utilizados en la vida cotidiana. Las unidades litológicas que afloran en la zona, son las dioritas y andesitas de edad cretácica. Las fracturas y diaclasas de las rocas han sido aprovechadas por los constructores de Caral con el fin de extraer las piedras de las canteras que se hallan in situ y alrededores de la ciudad. La diorita fue la roca más utilizada en las construcciones, constituyendo un buen material, tanto por su composición, así como por su estructura. Las canteras se localizan dentro y fuera de la ciudad. El caolín, la crisocola y la calcita fueron los minerales más usados en la elaboración de objetos de presti-



gio como cuentas y dijes, mientras que la hematita se utilizó para obtener pigmentos de color rojo.

Los aluviones y la duna en Caral

La ciudad sagrada está ubicada sobre una terraza fluvial del río Supe y sobre depósitos de aluviones en la desembocadura de la quebrada Chupacigarro. En el mapa geomorfológico-geológico de la ciudad, elaborado por los investigadores, resaltan los aluviones y una duna transversal que tienen que ver con los aspectos arqueológicos. Por ello hay un acápite que relaciona la geología con la arqueología de Caral, es decir entre 5000 y 4000 años.

Los depósitos cuaternarios son importantes y destacan los fluviales, aluviales, lacustres y eólicos. Lo que llama la atención en Caral es la presencia de una duna de 600 m con dirección NE-SO que se emplaza transversalmente a la quebrada Chupacigarro y está situada al sur de la ciudad a manera de un dique de contención. Al sur de la duna se ha identificado arcillas de origen lacustre, y pareciera que la duna, habría actuado como barrera formando una laguna, aunque mecánicamente esto es difícil explicar. Por lo tanto se planteó la hipótesis que habría existido una barrera o dique artificial que represó las aguas y luego, esta fue cubierta por la duna. La geofísica indica la presencia de anomalías bajo la duna, lo que podría corresponder a muros de piedras. Estos muros habrían sido construido por la gente de Caral hace 4500 y 4300 años para contener algún aluvión, y evitar así la destrucción de la ciudad, que había sido afectada por el Aluvión A1 entre 4600 y 4400 años antes de Cristo Sin embargo, este muro más bien represó las aguas de la quebrada producto de las intensas lluvias asociadas a algún fenómeno del Niño, lo que formó una laguna. Luego el muro fue tapado por la duna que aprovechó este accidente del terreno para formarse.

Posteriormente, y en plena ocupación de Caral (hace 4300 y 4100 años), se produjo un nuevo aluvión (A0) que destruyó parte de la duna en el sector noreste y en consecuencia el muro, que posiblemente fue reconstruido pero parcialmente. El aluvión A0 afectó las construcciones en Caral Bajo y particularmente el Templo del Anfiteatro. Además, las evidencias arqueológicas indican que Caral Bajo fue construido ligeramente después de Caral Alto.

Peligros geológicos en la ciudad sagrada

Los fenómenos geodinámicos que se han reconocido en Caral son los asentamientos y aluviones. Los primeros son escasos y afectan un par de recintos de la Pirámide Mayor, siendo la causa posible un sismo importante que afectó la ciudad, causando solo daños locales, por la buena calidad del suelo. Sin embargo, el mayor peligro pueden ser los aluviones, ya que estos han estado presentes en toda la historia de Caral, incluso mucho antes, sin embargo, las probabilidades de ocurrir son bajas.

EL DATO

La presente publicación se llevó a cabo dentro de un convenio entre INGEMMET y el Proyecto Especial Caral-Supe PECS, del Ministerio de Cultura. Los resultados están vertidos en el boletín N° 5 de la serie I "Patrimonio y geoturismo", que se encuentra en formato pdf en la web (www.ingemmet.gob.pe) y en el GEOCATMIN. Asimismo el público ya puede adquirirlo en versión impresa a solo 18 nuevos soles en las oficinas del INGEMMET, sede Canadá.





Geología y catastro minero a su alcance

En la 30° edición del PERUMIN el INGEMMET se hará presente con los siguientes estudios:

MAPA DE DOMINIOS GEOTECTÓNICOS Y METALOGENIA DEL PERÚ

Autores: Victor Carlotto, Harmuth Acosta, Mirian Mamani, Luis Cerpa, Rildo Rodríguez, Fredy Jaimes, Pedro Navarro, Eber Cueva y César Chacaltana.

Estudia la relación entre la mineralización y el entorno geológico del territorio peruano.

Día : 13 de setiembre
Hora : 9:20
Sala : Chachani 1

METALOGENIA DEL BATOLITO ANDAHUAYLAS – YAURI Y SUS IMPLICANCIAS EN LA EXPLORACIÓN DE PÓRFIDOS CU – AU

Autores: Raymond Rivera, Jorge Acosta, Eder Villarreal, Alberto Bustamante y Alex Santisteban (INGEMMET), con la cooperación de Chul – Ho Heo y Ryoo Chung – Ryul (KIGAM)

Estudia las tendencias geoquímicas y controles estructurales del batolito Andahuaylas - Yauri, permitiendo conocer mejor el emplazamiento de los depósitos minerales.

Día : 13 de setiembre
Hora : 5:40
Sala : Chachani 1

DOMINIOS GEOTECTÓNICOS: BASADO EN LA TECTÓNICA, GEOLOGÍA, MAGMATISMO, GEOQUÍMICA, DEPÓSITOS DE MINERALES (Fe-Cu-Au-Mo) Y GEOFÍSICA

Autores: Mirian Mamani, Harmuth Acosta, Juan Pablo Rodríguez, Moisés Cutipa y Lourdes Cacya.

Estudia al detalle la distribución de estos metales base y metales preciosos.

Día : 14 de setiembre
Hora : 5:20
Sala : Chachani 1

SEDE CENTRAL : Av. Canadá 1470 - San Borja Central telefónica: 618- -9800 / Fax: 225-4540

SEDE MINEM: Av. Las Artes Sur 220 - San Borja

comunicacion@ingemmet.gob.pe

www.ingemmet.gob.pe