

MIN-1

HALLAZGO DE ESPINELA EN EL METEORITO ALLENDEFlores Gutiérrez Daniel¹, Reyes Salas Adela Margarita² y Macías Romo Consuelo²¹ Instituto de Astronomía, UNAM² Instituto de Geología
daniel@astroscu.unam.mx

En recientes estudios sobre la textura del meteorito Allende hemos encontrado la presencia de espinela, en un bello ejemplar que se exhibe en Museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM. Parece ubicarse en el grupo de las cromitas. Por su génesis terrestre se puede asociar a metamorfismo de contacto de alta temperatura (del orden de 1526°K).

Nuestro propósito aquí, es mostrar los trabajos desarrollados para entender la presencia de la espinela y su distribución espacial en este ejemplar mexicano del meteorito Allende.

MIN-2

LOS MINERALES EN MARTE, ORIGEN Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN DEL PLANETACorrea Olan Juan Carlos y Victoria Morales Alfredo
Facultad de Ingeniería, UNAM
jcorrea@hotmail.com

Marte, planeta que recibe su nombre del dios romano de la guerra, es el cuarto desde el Sol y el séptimo en cuanto a su masa. Según los historiadores de astronomía la historia de Marte se remonta más de 4500 años, teniéndose referencia del planeta por parte de los asirios. Galileo fue la primera persona que observa a Marte con un telescopio en 1610, el pudo describir las fases del planeta.

En este trabajo se presenta una compilación de la información obtenida por las naves Spirit y Rover opportunity, mediante análisis con un espectrómetro de rayos X y de partículas alfa, de muestras tomadas de la superficie de Marte, la cual fue obtenida consultando la página del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA.

Se ha reportado una alta concentración de azufre, el cual se encuentra combinado con magnesio y hierro, formando diferentes tipos de sales.

También se encontró olivino, Jarosita [KFe₃₃+ (SO₄)₂(OH)₆], y hematina. La presencia de este último mineral se explica se podría haber formado por la oxidación termal de productos eruptivos volcánicos durante fenómenos volcánicos o también por precipitación química por la circulación de agua rica en hierro a través de capas preexistentes de material volcánico. Además se han detectado elementos que pueden formar sales como cloruros y bromuros.

Con toda la información obtenida se pueden confirmar algunas de las teorías preexistentes, como la de que el planeta no ha sufrido una diferenciación de los materiales como en la tierra, tal vez se enfrió rápidamente y su núcleo debe estar en estado sólido ya que carece de un campo magnético importante. Si alguna vez existió agua esto debió ser hace muchos millones de años.

El estudio mineralógico de Marte se hace cada vez más importante ya que si se desea enviar una misión tripulada se deben conocer los lugares donde existan recursos como agua o metales

valiosos para que en un futuro no muy lejano se pueda pensar en la explotación de estos ya que cada vez los recursos en la tierra se van haciendo más escasos y tal vez en algunos años se descubra una nueva manera de propulsar las naves espaciales y sea económicamente viable explotar yacimientos interplanetarios.

La pregunta mas importante por responder es que si Marte albergó agua como lo indican los minerales hallados y volcanes activos como la Tierra. ¿Por que en la Tierra se desarrollo la vida y Marte se convirtió en el planeta desierto que es ahora?

MIN-3

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA MINERALÓGICA DE UN NÓDULO DE MANGANESO PROVENIENTE DE SANTA ROSALÍA, B. C. S. Y DE UN NÓDULO DE MANGANESO Y DE UN FRAGMENTO DE COASTRA DE COBALTO OBTENIDAS EN EL PACÍFICO ORIENTALVictoria Morales Alfredo¹, Girón García Patricia², Miranda Vargas Juan Carlos³ y Salcedo Luna María Cecilia⁴¹ Facultad de Ingeniería, UNAM² Instituto de Geología, UNAM³ SILVITA⁴ Facultad de Química, UNAM

victoria@servidor.unam.mx

Como parte del proyecto Reclasificación y remodelación del laboratorio de Mineralogía de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, se realiza la identificación de los ejemplares adquiridos recientemente para tener su clasificación adecuada y poderlos integrar a la Colección de minerales de la Facultad de Ingeniería, por lo regular se realiza una caracterización mineralógica y en algunos casos, química con el apoyo del Departamento de Geoquímica del Instituto de Geología de la UNAM.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos del análisis petrográfico, por difracción y fluorescencia de rayos x, realizado a tres muestras de mineral de manganeso, una corresponde a un nódulo de manganeso "fósil" (NMF) proveniente de Santa Rosalía B. C. S. y las otras dos a un nódulo de manganeso reciente (NMR) y a un fragmento de la costra de cobalto (FCC) provenientes del Pacífico Oriental, donadas a esta Facultad de Ingeniería para incrementar el acervo de la colección de minerales.

De la descripción megascópica y microscópica realizadas a cada una de las muestras, se observó que están formadas por dos partes con características texturales diferentes, una capa superficial porosa y una capa interna lisa, en el caso de los nódulos de manganeso y una parte externa negra y una parte interna amarilla en la costra de cobalto.

En el estudio microscópico además de las texturas de crecimiento observadas no fue posible reconocer ninguna fase mineral debido al tamaño tan fino de los cristales, sin embargo en el estudio por difracción de rayos x se identificaron las siguientes fases, para la capa lisa de NMF: romanechita, birnesita, piroludita y manganosita; para la capa porosa de NMF romanechita, manganosita y cuarzo; en la muestra NMR la cual presenta un grado de cristalinidad bajo, se encontraron cuarzo, trevorita de hierro y hematita?; en la muestra FCC se identificaron birnesita, manganosita, cuarzo y hematita?.

Del análisis semicuantitativo por fluorescencia de rayos X se observa que la muestra NMF contiene un porcentaje más alto de manganeso, cobre y bario, mientras las otras muestras tienen un contenido más bajo de manganeso pero se incrementa el hierro, y contienen proporciones mayores de níquel, sodio, calcio y cobalto que la NME.

De los resultados anteriores se concluye que los tipos de muestras analizadas tienen características químicas y mineralógicas diferentes.

MIN-4

LA EXPLOTACIÓN DE MERCURIO EN EL DISTRITO MINERO DE SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO, MINERALOGÍA E HISTORIA

Cuapio Pérez Cesar Augusto¹, Victoria Morales Alfredo² y
Nuñez Regalado Juan Carlos¹

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
augustocuapio@aol.com

El distrito minero de San Joaquín, Querétaro ha sido una zona importante de producción de mercurio durante distintas épocas, se tienen indicios de minería incipiente durante el periodo prehispánico, evidenciada por tiros y socavones localizados al fondo de la barranca aledaña a la zona arqueológica de Ranas, atribuidas a la cultura serrana que fundó este asentamiento. El mineral de mercurio que se explotaba era el cinabrio el cual se utilizó como pigmento y como ofrenda funeraria en la región del clásico maya.

El auge minero de San Joaquín se da en la década de los 60 del siglo pasado, a pesar de las condiciones insalubres en que laboraban los mineros, la falta de tecnología para el desarrollo de las minas y la obtención de mercurio en hornos de retorta muy rudimentarios, en esta zona se alcanzó a producir hasta 3.9 toneladas de mercurio semanalmente, lo que permitió que México llegara a ocupar el cuarto lugar como productor. Quedan como evidencia las ruinas de las instalaciones mineras. A partir de los 70 las obras mineras se detienen debido a la baja de los precios del mercurio provocado por las características tóxicas del elemento y a la búsqueda de sustitutos para su aplicación industrial. Actualmente muchos pobladores recuerdan esta etapa, con la esperanza de que algún día pueda resurgir.

De la gran cantidad de minas reportadas se visitaron únicamente seis: La Maravilla, El Otatal, La Perla, La Lana, Los Puerquitos y La Azteca (Esta última de la zona arqueológica) por sus condiciones y fácil acceso, ya que la mayoría se encuentran aterradas o se emplean como colectores de agua. La toma de muestras se realizó en los terreros y por donación de los trabajadores del INAH, solo fue posible obtener algo de cinabrio en la mina Los Puerquitos.

La mineralización se encuentra en forma de un sistema de vetas que tienen una orientación preferencial NW-SE, emplazadas en fallas y fracturas de las calizas cretácicas de la Facies La Negra de la Formación El Doctor. Corresponde a un yacimiento epitermal atribuido a intrusiones graníticas que afloran en esta región. La mayor parte de las muestras observadas tienen una textura brechoide y están constituidas por cinabrio y calcita, a excepción de las muestras procedentes de la mina la Lana donde la mena corresponde a mercurio nativo.

Con la información recabada en esta investigación se desea caracterizar el cinabrio obtenido y averiguar si guarda alguna relación con el utilizado en regiones tan apartadas como la zona maya; también aportar datos que permitan utilizar las ruinas de las instalaciones mineras como un atractivo turístico para aportar ingresos a la región y, como una zona más de estudio dentro del proyecto Nacional de Arqueología Industrial, que ha tenido mucho éxito en sitios como Tlalpujahua, Mex. y Real del Monte, Hgo.

MIN-5

TOPACIOS VOLCÁNICOS (MÉXICO): CRISTALOQUÍMICA, PROPIEDADES Y ORIGEN

Ostroumov Mikhail¹ y Victoria Morales Alfredo²

¹ Depto. de Geología y Mineralogía, UMSNH

² División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
ostroum@zeus.umich.mx

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar las particularidades de la cristalografía, propiedades y origen de los topacios procedentes de los domos riolíticos de Tepetate, San Luis Potosí (México). Los cristales de dos generaciones (incolores y amarillo) fueron investigados mediante Espectrometría UV-VIS-NIR, Resonancia Paramagnética Electrónica y Espectrometría con plasma de acoplamiento inductivo. Las concentraciones de los elementos mayores y trazas en diferentes generaciones de los topacios son muy cercanas. La concentración elevada de flúor (alrededor de 20%) es característica para los topacios riolíticos y pegmatíticos. La naturaleza del color amarillo de la segunda generación de topacio se explica por la presencia de dos defectos estructurales (O-, F-) y las impurezas mecánicas (hematites) que provocan tres débiles bandas de absorción: 350, 422, 860 nm de las que las dos últimas provocan este color específico. En los topacios incoloros de la primera generación sólo se encuentra el centro estructural O-, que produce una banda de absorción en la región UV. Los centros huecos se forman en la naturaleza cuando en las rocas se observan las concentraciones relativamente altas de los elementos radioactivos. De acuerdo con los análisis químicos, las riolitas de San Luis Potosí se caracterizan por la presencia constante y elevada de estos elementos. Este hecho confirma la suposición sobre la participación de los elementos radioactivos en la formación de los centros de color en los topacios volcánicos. La destrucción de los centros huecos durante el calentamiento determinado permite suponer que las temperaturas de formación de las variedades incoloras son más de 500°C, mientras que para los topacios amarillos estas temperaturas son alrededor de 400°C.

MIN-6

LOCALIDADES MINERALÓGICAS FAMOSAS DE MÉXICO

Villaseñor Cabral María Guadalupe, Gómez Caballero Arturo y
Irazaba Ávila Óscar
Instituto de Geología, UNAM
mgvc@servidor.unam.mx

Los más renombrados museos mineralógicos del mundo se precian de tener ejemplares provenientes de México. A continuación se presenta una lista, por entidad federativa, de las localidades mineralógicas más famosas de México, indicando la mina de procedencia, en su caso, y sus especies típicas:

Durango. Mapimí; mina La Ojuela; legrandita, adamita, paradamita, hemimorfita y escorodita. Cerro de Mercado: apatita, var. piedra espárrago. El Rodeo: calcita. América-Sapiorís: durangita y casiterita.

Baja California. El Boleo: boleíta, pseudoboleíta y cumengita. San Quintín: epidota. Ensenada: chorlo.

Chihuahua. Villa Ahumada, mina Los Lamentos: wulfenita. Villa Ahumada y Casas Grandes: ágata (en litofisas). Naica: yeso variedad selenita, anhidrita, fluorita, galena, esfalerita y wollastonita. Santa Eulalia: arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, smithsonita, hemimorfita, mimetita, creedita, rodocrosita, ludlamita, conicalcita, aragonita y yeso, var. selenita. Ascensión, mina Bismarck: esfalerita y calcopirita. San Pedro Corralitos: mimetita. Batopilas: plata nativa y proustita. San Carlos: vanadinita. Cusihuiriachic: piromorfita. San Luis Potosí. Charcas: damburita, datolita y calcita. Tepetates: topacio. Guadalcázar: cinabrio. Sierra de Catorce: estibiconita y cervantita.

Sonora. Cucurpe, mina San Francisco: wulfenita. Arizpe, mina Las Chispas: acantita, polibasita y estefanita. Moctezuma: minerales de telurio. Aconchi: berilo. Baviácora: scheelita. Santa Cruz: chorlo. Guerrero. Amatlán, Gro.: cuarzo, var. amatista. Taxco: cuarzo, var. amatista y var. cristal de roca, pirargirita, barita y esfalerita. Guanajuato: La Valenciana: adularia, var. valencianita, polibasita y cuarzo, var. amatista. La Luz: pirargirita, proustita, estefanita, polibasita, aguilarita, acantita, apofilita, cuarzo var. amatista y calcita. Minas de Rayas y Cata: calcita, cuarzo var. amatista y acantita. Mina San Carlos: aguilarita.

Veracruz. Las Vigas: cuarzo, var. amatista.

Zacatecas. Fresnillo: pirargirita. Concepción del Oro, calcopirita, tetraedrita y tennantita; mina Aranzazú: malaquita y azurita. Nochebuena: boulangerita y jamesonita. San Martín y Nieves: jamesonita. San Martín: estibnita. San Pantaleón de la Noria: jamesonita.

Querétaro. Mina Iris: ópalo, var. ópalo de fuego.

Sinaloa. Choix: smithsonita.

Hidalgo. Pachuca: acantita y plata nativa. Zimapán: boulangerita y jamesonita.

Estado de México. Temascaltepec: pirargirita, miargirita, proustita, estefanita y estibnita.

Coahuila: Lago Jaco: grosularia. Múzquiz: fluorita. Ramos Arizpe: celestita.

Chiapas. Pichucalco, mina Santa Fe: wollastonita.

MIN-7

GEOLOGIA Y ARQUEOLOGÍA CIENCIAS ASOCIADAS EN LA BÚSQUEDA DE AREAS FUENTE DE MATERIAL ARQUEOLÓGICO. EL CASO DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE SAN AGUSTÍN HUILA, COLOMBIA

Forero Lloreda Eduardo¹, Victoria Morales Alfredo² y Cabrera Ramírez Mayumy Amparo²

¹ Instituto Colombiano de Antropología e Historia

² Facultad de Ingeniería, UNAM
eforero@mincultura.gov.co

El papel que desempeña la geología en la solución de preguntas de carácter arqueológico, es fundamental para el entendimiento de las sociedades antiguas, este es el caso del estudio geoarqueológico realizado en el Alto Magdalena, Colombia, en donde dentro de la metodología seguida se realizó un estudio detallado del origen geológico del área con énfasis en la naturaleza de las fuentes de arcilla y de los materiales volcánicos que sirven de materia prima para la

elaboración de las esculturas. Para completar este estudio se hizo un análisis de láminas delgadas estableciendo estudios petrográficos con el fin de contrastar las correspondencias litológicas entre muestras de cerámica contemporánea provenientes de fuentes de arcillas locales elaboradas por artesanos de la región y cerámica arqueológica, recuperada de zonas de estudio en excavaciones controladas.

El análisis de la procedencia de las arcillas muestreadas se basó en el estudio de los minerales que constituyen la roca total, en este caso se presenta una abundancia en minerales de origen ígneo como lo son olivino, piroxenos, anfíboles, micas, plagioclasas, cuarzo, vidrio volcánico, fragmentos de basaltos, minerales opacos, óxidos de Fe y ocasionalmente calcita, presentándose estos mismos minerales en las muestras arqueológicas, obteniéndose así una gran similitud.

Anterior a este estudio no existe, ningún trabajo del área en donde se tenga una descripción petrográfica de la cerámica arqueológica y mucho menos cuestionamientos sobre las fuentes de obtención de los recursos arcillosos. La idea que existía respecto a la naturaleza de los mismos, es que era obtenido de las arenas de los ríos que corren por el área, llegó incluso a especularse, que la cerámica arqueológica que aparece en el área era traída del centro de alfarería artesanal de la vecina población de Pitalito.

Nuestros resultados confirman que las fuentes de arcilla del material cerámico de San Agustín, utilizadas por los alfareros de la zona, son de la misma naturaleza geológica que se observa en las muestras cerámicas arqueológicas; por lo que en el área de San Agustín se permitió establecer el origen de las arcillas que constituyen a la cerámica arqueológica mediante estos estudios comparativos entre cerámicas.

MIN-8

ARQUEOMINERALOGÍA MESOAMERICANA. ESTUDIOS RECIENTES DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS APLICADAS EN LA PETROLOGÍA

Robles Camacho Jasinto y Sánchez Hernández Ricardo
Instituto Nacional de Antropología e Historia
jasinto_robles@yahoo.com

La arqueomineralogía es una subdisciplina de la arqueometría, que como concepto ha sido adoptado recientemente por los estudiosos de los materiales inorgánicos de contexto arqueológico. Dentro de este marco se presentan los casos recientemente estudiados, donde además del interés por la caracterización de componentes minerales se ha pretendido provocar el menor daño posible a las piezas arqueológicas. Esto mediante la implementación de técnicas cada vez más precisas y que requieren de cantidades mínimas de muestra o bien son totalmente no destructivas.

La caracterización de las piezas arqueológicas se realiza con dos fines: 1) la clasificación precisa de sus constituyentes minerales y 2) la búsqueda de sus fuentes probables de materia prima. La segunda actividad no es concebida sin una buena precisión de la primera. Es por esta razón que la identificación de los minerales componentes de los objetos es primordial, y aunque tradicionalmente se han aplicado técnicas destructivas como la petrografía y la difracción de rayos-X de manera sistemática, en la actualidad se aprovecha el potencial de técnicas como la microscopía electrónica o microsonda para reconocer la composición química superficial de los objetos e inferir mediante cálculos precisos, las especies presentes en cada caso. Una técnica

alternativa es la espectroscopia infrarroja de reflexión, la cual no daña las piezas y conforme se avanza en la creación de catálogos de especies, es más precisa.

La mineralogía reconocida en piezas arqueológicas mesoamericanas es amplia y prácticamente todo tipo de rocas se cuentan dentro de este registro. Entre los casos estudiados recientemente se cuentan: 1) el análisis de serpentinitas olmecas con el uso de técnicas como la difracción de rayos-X (DRX), fluorescencia de rayos-X (FRX), espectrometría por inducción de un plasma (ICP-MS), espectrometría de masas (MS), 2) el estudio de travertinos, donde ha sido posible implementar el análisis de tierras raras como guía de caracterización de yacimientos y de piezas arqueológicas provenientes de varios sitios, 2) el reconocimiento y análisis de amazonita mediante el uso de la petrografía, microscopía electrónica con análisis espectrométrico por dispersión de energía (EDS), ICP-MS, DRX y espectroscopia infrarroja de reflexión (IR), además de fechamiento por K/Ar para mayor precisión. Jadeíta procedente de varios sitios arqueológicos de las zonas maya, olmeca y tarasca, con las técnicas de DRX e IR han sido igualmente llevado a cabo en los últimos dos años.

En todos los casos se ha pretendido aplicar técnicas cada vez menos destructivas, de tal forma que en la actualidad se vislumbra la posibilidad de aplicar en corto plazo la espectroscopia infrarroja de reflexión de manera sistemática, así como ICP-MS con sistema de ablación láser en un futuro no muy lejano.

MIN-9 CARTEL

MINERALOGÍA DE PIEDRAS DE RIÑÓN DE PACIENTES DEL HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO

Girón García Patricia¹, Lozano Santa Cruz Rufino¹ y Salcedo Luna María Cecilia²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Facultad de Química, UNAM
pgiron@geologia.unam.mx

En el presente trabajo se presenta el estudio mineralógico por Difracción de rayos X, de litos urinarios de pacientes atendidos en el Hospital para el Niño Poblano, desde su inauguración en febrero de 1992, hasta diciembre de 1999. Desde el punto de vista clínico, éstos resultados serán de utilidad para establecer las enfermedades relacionadas, la dieta y el tratamiento adecuados para cada paciente.

La litiasis renal, también denominada Urolitiasis o Nefrolitiasis es una enfermedad causada por la presencia de cálculos o piedras en el interior de los riñones o de las vías urinarias (uréteres, vejiga).

Los cálculos renales se componen de sustancias normalmente presentes en la orina, pero por diferentes razones se han concentrado y solidificado en fragmentos de mayor o menor tamaño.

Para realizar éste estudio se recibieron 38 muestras de niños en edades entre 3 y 17 años. Las muestras fueron lavadas con agua destilada y secadas a temperatura ambiente, los pesos variaron entre 0.1 y 42g. Los ejemplares de mayor tamaño y dureza fueron cortadas transversalmente y en ellos se observaron capas concéntricas de diferente color, por lo que se decidió realizar el análisis de éstas capas por separado. Se denominó capa exterior (E) y capa interior o núcleo (N). En el caso de litos pequeños esto no fue posible y la muestra fue molida e identificada como muestra total (T). Los muestras fueron

molidas en mortero de ágata y se analizaron en un difractor Philips Mod.1130/96 (generador) y PW 1050/25 (goniómetro), utilizando radiación CuK α , en el intervalo angular 2 θ de 4° a 70°

Fue analizado un total de 38 muestras, en 14 de ellas fue posible analizar la parte interna o núcleo (N) y la parte externa (E) del litio. Los resultados por DRX del núcleo muestran que el mineral principal es la whewellita en un 50%, 21% es una mezcla de whewellita y weddelita y en el resto está compuesto de weddelita, whewellita, hidroxil apatita y struvita en diferente proporción.

En la parte externa, el mineral predominante es newberyta en un 43%, el 35% corresponde a una mezcla de whewellita y weddelita, el resto corresponde hidroxil apatita o struvita, combinados con whewellita y weddelita en mínimas proporciones.

En 24 muestras totales el 35% predomina la whewellita, 29% la weddelita, 13% la hidroxil apatita y en el resto aparecen otros minerales como calcita y struvita, además de whewellita y weddelita en pequeñas cantidades.

De los resultados obtenidos se puede concluir que los minerales predominantes en el núcleo de los litos son la Whewellita y Weddelita y la mezcla de éstos, en la parte externa predomina la Newberyta. En muestra total predomina la mezcla de Whewellita y Weddelita, hidroxilapatita y struvita se encuentran en menores concentraciones

La composición química de éstos minerales es principalmente oxalato de calcio y fosfato de magnesio.

MIN-10 CARTEL

PEGMATITAS EN BLOQUE DE LOS CABOS, BCS. MÉXICO

Valdivia Pimentel Daniel, Pérez Venzor José Antonio, Pérez Espinoza Jesús Efraín, Hiraes Rochin Joel, Zabre Ramirez Hugo y Ramos Velazquez Ernesto
UABCS
skilewocker1@hotmail.com

El trabajo expone las características mineralógicas, estructurales y relaciones de campo de tres localidades con pegmatitas en el Bloque de los Cabos baja California Sur.

La mineralogía de las pegmatitas en general consiste de moscovita (Ms), granate (Gte), turmalina (Tur), cuarzo (Qz), feldespato (Feld), biotita (Bi), los cristales de turmalina y feldespato llegan a medir hasta 10 cms, presentan ínter crecimientos entre Qz con Gte; Qz con Feld; Tur con Qz y Gte con Qz; las asociaciones comunes son: Qz+Ms+Gte+Tur +Feld; Qz+Feld+ Tur; Ms+Gte+Feld.

Las pegmatitas definen estructuras simples, presentan bandeamiento y zonificación primaria, se comportan como diques de uno a varios metros de espesor y decenas de metros de longitud; ocasionalmente definen apófisis y están encajonados tanto en rocas metamórficas como plutónicas. Los contactos son tajantes y concordantes con la foliación; el origen puede estar asociados tanto a procesos magmáticos como a metamórficos.