

ESTRUCTURAS Y ESTRATIGRAFÍA BÁSICA DE TERRAZAS MARINAS EN SECTOR COSTERO DE ALTOS DE TALINAY Y BAHÍA TONGOY: IMPLICANCIA NEOTECTÓNICA

David Benado Vergara

El presente trabajo de título tiene como objetivo precisar el control que ejerce la tectónica local, en la formación y posterior deformación de las terrazas de abrasión marina, ubicadas en el sector costero comprendido entre la bahía de Tongoy y el río Limarí ($31^{\circ}15'$ - $31^{\circ}75'$ S), 80 km al sur de la ciudad de La Serena.

El estudio se centró en la geomorfología de las terrazas marinas y en la deformación frágil cuaternaria que las afectó, recopilándose la información en un mapa geomorfológico, de escala 1:50.000.

Se reconoció una sucesión de cuatro terrazas de abrasión marina de edad cuaternaria, denominadas, de más joven a más antigua, Talinay I (8 m s.n.m.), Talinay II (25 m s.n.m.), Talinay III (54 m s.n.m.), Talinay IV (150 a 220 m s.n.m.), y una quinta terraza, Talinay V (350 a 450 m s.n.m.), posiblemente de edad pliocena. Estas fueron labradas en rocas estratificadas correspondientes a la Formación Coquimbo, en intrusivos que conforman la Superunidad Mincha, y en rocas metamórficas del Complejo Metamórfico del Choapa.

Las tres terrazas más recientes, por correlación con las terrazas presentes en la bahía de Coquimbo, fueron ocupadas por dos estadios isotópicos. Talinay I habría sido labrada en el estadio isotópico 5a o 5c, y posteriormente reocupada en la última transgresión holocena. Talinay II, labrada en el estadio isotópico 7 y reocupada en el 5e, y Talinay III labrada en el estadio II y reocupada en el 9. Talinay IV se asigna al estadio isotópico 13, aunque podría ser más antigua.

La escasa deformación frágil encontrada corresponde a fallas de extensión, y al alza-

miento evidenciado por las terrazas marinas. Las fallas subverticales de dirección aproximada N-S, que evidencian una deformación extensiva local E-W, sólo afectan a las terrazas más antiguas, Talinay IV y V.

Una deformación similar ha sido observada en las localidades de Mejillones y Caldera. Esta sería producto de un reacomodo de bloques por colapso gravitatorio, asociado a la alta tasa de alzamiento producto de una flexura de la corteza en el sector costero, provocada por una subducción erosiva y la posterior acumulación de sedimentos bajo la placa Sudamericana que favorecería un alzamiento rápido (underplating).

Las tasas de alzamiento, calculadas para las tres terrazas más jóvenes, son bajas con respecto a otras observadas alrededor del océano Pacífico. La tasa de alzamiento calculada para Talinay IV varía. Su sector austral se alzó más rápido, basculando la terraza hacia el norte. El alzamiento diferencial de esta terraza podría explicarse mediante la subducción de una parte del antiguo ridge de Juan Fernández o un antiguo guyot perteneciente a él.

Los resultados obtenidos no son suficientes por sí solos para demostrar las dos hipótesis anteriormente planteadas. Son necesarios otros estudios, para precisar la edad de las terrazas de abrasión, y la edad de su deformación. Se sugiere un estudio geofísico del sector (perfil sísmico) para ayudar a delimitar la extensión vertical de las estructuras presentes y quizás revelar otras.

Prof. Guía: Alain Lavenu
02.11.2000

METAMORFISMO DE CONTACTO EN EL MARGEN ORIENTAL DEL BATOLITO SUR-PATAGÓNICO ENTRE LOS 48°-50°30' LAT. SUR, MAGALLANES, CHILE

Mauricio Calderón Nettle

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo describir el metamorfismo de las rocas ubicadas en el contacto oriental del Batolito Sur-Patagónico (Jurásico Tardío-Mioceno), pertenecientes al Complejo Metamórfico Andino Oriental.

Para ello se realizó un estudio petrográfico y microestructural detallado de treinta y ocho secciones transparentes distribuidas en la zona de estudio. También se desarrolló un estudio geobarométrico preliminar a través de los geobarómetros de contenido de silicio en fengita y de aluminio en hornblenda, en rocas metamórficas e ígneas respectivamente.

El estudio se centró en el reconocimiento del protolito de las rocas, en la determinación de la cronología relativa entre los distintos eventos de deformación y metamorfismo, como en el establecimiento de las condiciones de presión y temperatura durante el metamorfismo dinámico termal relacionado a los eventos plutónicos formadores del Batolito Sur-Patagónico.

Los tipos litológicos observados pertenecieron originalmente a secuencias metasedimentarias marinas, correspondientes principalmente a areniscas y fangolitas, y en menor proporción a rocas carbonatadas.

En éstas se ha registrado un evento deformacional que desarrollaría una foliación de plano axial de pliegues isoclinales, y una asociación mineralógica asociada compuesta de arcillas aluminosas y silicatos ferromagnesianos. El metamorfismo térmico de edad jurásica tardía, asociado a los eventos intrusivos formadores del batolito, fue sobreimpuesto al metamorfismo y deformación anteriormente descritos. Contemporáneamente, se evidencia un segundo evento deformacional, caracterizado por el desarrollo de una foliación S2 de orientación general NS y manteos subverticales.

El metamorfismo térmico de la zona se caracteriza por ser de bajas presiones y alta temperatura, alcanzando valores máximos aproximados de 630°C y presiones que varían entre 1 y 4 kbar.

Asociado a este metamorfismo, se desarrollaron tres zonas mineralógicas de dimensiones regionales, las que se denominaron: Zona de Biotita, Zona de Andalucita y Zona de Sillimanita-Feldespatos Patásico. Precursora de las tres es una Zona de Clorita, que habría sido heredada del primer evento metamórfico.

Prof. Guía: Francisco Hervé
28.04.2000

PELIGROS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL SECTOR DE SAN JOSÉ DE MAIPO, REGIÓN METROPOLITANA

Natalia Carrasco Muñoz

La zona de estudio, en el sector de San José de Maipo, Provincia Cordillera, Región Metropolitana, presenta principalmente afloramientos pertenecientes a la Formación Abanico. Estas rocas se caracterizan por estar intensamente meteorizadas y fracturadas, y aportan importantes volúmenes de material coluvial. La presencia de depósitos de remoción en masa, antiguos y recientes, muestra el gran dinamismo existente en la zona.

En la ladera oriente del valle del Río Maipo, se reconoce una serie de depósitos polimícticos, mal seleccionados, con clastos angulosos y bloques en una matriz limo-arcillosa, asociados a fenómenos de remoción en masa. Se distinguen, de norte a sur:

- Un depósito asociado a un deslizamiento antiguo ubicado en el sector de Guayacán.
- Depósitos recientes asociados a un deslizamiento menor y a flujos de barro ocurridos en Octubre de 1997 sobre la Villa Victoria.
- Depósitos asociados a flujos de barro ocurridos en Septiembre de 1999 en este mismo sector y,
- Un depósito asociado a un deslizamiento antiguo ubicado sobre el Camino a Lagunillas.

La presencia de zonas de derrame de coluvios y de rocas sobre el Camino a Lagunillas, aunque de menor envergadura, también constituye parte de los fenómenos de remoción en masa.

Los factores gatillantes de los eventos más recientes son esencialmente las precipitaciones

pluviales y nivales. La interacción de factores condicionantes, tales como las fuertes pendientes y las propiedades del material rocoso y de suelo, sumado a la presencia de estas precipitaciones han permitido el desarrollo de los distintos tipos de fenómenos de remoción en masa reconocidos en el sector.

Considerando los factores condicionantes y gatillantes, el estado actual y la última actividad de los fenómenos de remoción en masa, se han definido cuatro niveles de peligrosidad: muy peligroso, peligroso, moderadamente peligroso y sin peligro aparente.

De acuerdo a esta zonificación preliminar, se concluye que el sector de mayor vulnerabilidad ante fenómenos de remoción en masa, lo constituye la ladera oriente del valle del Río Maipo, en particular, el sector donde han ocurrido los eventos más recientes, Villa Victoria, donde se recomienda evitar la ocupación habitacional, la construcción de viviendas y la instalación de redes de servicios básicos.

Se recomienda además, desarrollar un estudio geológico-geotécnico y un monitoreo del área donde ocurrió el deslizamiento de 1997 para definir la superficie de ruptura y la tasa de movimiento y estudios más acabados de la ladera oriental, que incluyan el uso de la instrumentación adecuada, para precisar el grado de peligro determinado en este trabajo.

Prof. Guía: Sofía Rebolledo
26.05.2000



PÓRFIDOS DE ORO DE LA FRANJA DE MARICUNGA, III REGIÓN CHILE: UNA REVISIÓN ACTUALIZADA

Claudio Cornejo Carreño

Los pórfidos auríferos, son un tipo de depósitos que ha aumentado su importancia económica en las últimas décadas, debido a sus características de yacimientos de gran volumen y baja ley, y a los adelantos en las técnicas metalúrgicas que permiten recuperar su contenido en oro. Sin embargo, su definición es aún discutida y no es ampliamente aceptada.

Durante la exploración aurífera, desde los años ochenta, en la Cordillera de los Andes Chilenos al norte de El Indio, se logró la identificación de diversos yacimientos auríferos. Una de las zonas con mayor cantidad de estos hallazgos es la Franja de Maricunga en la III Región (26°-28° Lat. Sur), algunos de los cuales fueron considerados como pórfidos auríferos.

El presente trabajo considera a los depósitos de tipo pórfidos auríferos, Marte, Lobo, Verde (Refugio) y Cerro Casale (Aldebarán) ubicados en la Franja de Maricunga, como objeto de estudio para, su caracterización actualizada, revisión de los modelos de pórfidos auríferos y su comparación con pórfidos de cobre-molibdeno y otros pórfidos de oro-cobre ampliamente documentados en la literatura científica.

Desde el Eoceno hasta el Mioceno el arco magmático, activo en la Cordillera de los Andes de la III Región, dió lugar al emplazamiento de los pórfidos de cobre-molibdeno de El Salvador y Potrerillos al oeste de la Franja de Maricunga durante el Eoceno-Oligoceno, y a los pórfidos auríferos de Marte, Lobo, Verde y Cerro Casale durante el Mioceno en la Franja de Maricunga.

Los pórfidos auríferos de Maricunga se emplazaron en dos períodos de actividad

magmática, a los 23 Ma (Verde) y a los 12-15 Ma (Marte, Lobo y Cerro Casale). Estos yacimientos se formaron asociados a complejos volcánico-subvolcánicos, de carácter calcoalcalino de margen continental activo.

Las características principales de estos pórfidos auríferos incluyen su relación a cuerpos subvolcánicos porfídicos dioríticos, tonalíticos a granodioríticos, con múltiples episodios intrusivos. Estos cuerpos subvolcánicos generan un núcleo potásico, con biotita-magnetita, que aporta la mineralización de oro (cobre), y una envolvente propilítica cogenética. Alrededor y posteriormente, se desarrolla la asociación de alteración argílica intermedia (Marte, Lobo y Verde) o cuarzo-sericítica (Cerro Casale) que aloja estructuras brechosas mineralizadas.

La mineralización aurífera está relacionada a zonas de stockwork cuarcífero, y de vetillas de cuarzo bandeado, con oro en estado nativo o encapsulado en sulfuros (pirita y/o calcopirita).

Las características de los fluidos mineralizadores de los pórfidos auríferos son cercanas a los de los pórfidos de cobre-molibdeno, en cuanto a sus temperaturas de homogenización, salinidad y tipos de inclusiones fluidas. La profundidad de emplazamiento de la mineralización sería del orden de los 600 m, aunque en Cerro Casale puede ser algo mayor.

Los pórfidos de oro-cobre de Bajo de la Alumbrera (Argentina) y Far Southeast (Filipinas), se diferencian con los de Maricunga en su contexto geotectónico, pero son similares en cuanto a su contexto geológico, al-

teración, mineralización, inclusiones fluidas y mineralogía.

También son numerosas las similitudes de la evolución entre los pórfidos auríferos de Maricunga con los pórfidos de cobre-molibdeno de El Salvador y Potrerillos, difiriendo en su edad, ubicación de la franja, contenido metálico y de hierro, composición isotópica del magmatismo, emplazamiento de los pórfidos auríferos a través de una corteza más engrosada que en el caso de los pórfidos cupríferos, y nivel de emplazamiento

más somero en el caso de los pórfidos auríferos.

Los pórfidos mineralizados constituyen una familia con un extremo de cobre-molibdeno (El Salvador y Potrerillos) y otro extremo aurífero (Marte y Verde), incluyendo miembros intermedios de oro-cobre como Cerro Casale y Lobo.

Prof. Guía: Waldo Vivallo

24.04.2000

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DEL PÓRFIDO DACÍTICO EL TENIENTE

Pablo Duarte Fuentes

Este trabajo tuvo como objetivo caracterizar geológica y geotécnicamente el Pórfido Dacítico del yacimiento El Teniente, con el fin de estimar la factibilidad de su explotación mediante el método de hundimiento gravitacional de bloques. Se estudiaron además, las características estructurales y las variaciones texturales que pudieran influir en dicho comportamiento.

La información geológica y estructural se obtuvo del mapeo de sondajes y del levantamiento de líneas de detalle en galerías. Con esta información se calculó, para el Pórfido Dacítico, el índice de calidad geotécnica R.M.R. de Laubscher y su hundibilidad según la metodología propuesta por el mismo autor.

Los resultados obtenidos muestran que las variaciones texturales y de ambientes hidrotermales dentro del Pórfido Dacítico no están asociadas a variaciones relevantes en la calidad de este macizo rocoso. Además, las estructuras principales que cortan a este

cuerpo, fallas y vetillas mayores, siguen una orientación única. Los índices de calidad del macizo rocoso R.M.R. son de 69 -71 y del M.R.M.R. de 55 - 57. Éstos implican que el Pórfido Dacítico es susceptible de ser explotado por hundimiento gravitacional de bloques utilizando radios hidráulicos mayores a 43 metros, lo cual implica socavar áreas de dimensiones de al menos 32.000 mts².

Lo anterior indica que el método de explotación por hundimiento de bloques es inviable para el Pórfido Dacítico. La aplicación de este método implicaría una serie de problemas en el comportamiento de este macizo rocoso durante su explotación, algunos de ellos son colgadura de bloques, sísmica y hundimientos intermitentes. Por lo tanto, se recomienda la explotación de dicho cuerpo mediante el método de hundimiento por subniveles.

Prof. Guía: Sofía Rebolledo

05.06.2000

ESTUDIO PETROGRÁFICO DEL CERRO PRINCIPAL DEL DISTRITO FERRIFERO EL ROMERAL LA SERENA - CHILE

Lorena Espinoza Herrera

El distrito ferrífero El Romeral está ubicado en la Cordillera de la Costa, 20,5 km al norte de La Serena. Forma parte de la Franja Ferrífera de la Cordillera de la Costa y está constituido por depósitos de hierro que se distribuyen a lo largo de una franja de dirección norte-sur. El depósito Cerro Principal ocupa la posición central del distrito y corresponde al cuerpo de mena de mayores dimensiones en él.

Cerro Principal es un depósito de hierro del tipo magnetita-apatita, emplazado en rocas andesíticas del Cretácico Inferior. La mena está constituida por magnetita, apatita y actinolita son los principales minerales de ganga. Según las características texturales, en el yacimiento se reconocen tres tipos de mena, un cuerpo de magnetita maciza ocupa la parte central del yacimiento, rodeado por una zona de brechas de magnetita-

actinolita y un sector constituido por roca actinolizada con magnetita diseminada. La roca de caja presenta una fuerte alteración actinolítica y una alteración silícica se sobrepone a la alteración actinolítica. El límite oeste del distrito lo constituye una zona de falla de dirección norte-sur, que pone en contacto las rocas actinolizadas con rocas intrusivas del Cretácico.

Las características mineralógicas, dominadas por la asociación magnetita-apatita, la composición química rica en vanadio de la magnetita y sus bajos contenidos de manganeso, además la presencia de texturas de enfriamiento rápido en la mena maciza, sugieren un origen magmático para la mena de hierro del depósito.

Prof. Guía: Waldo Vivallo
05.09.2000

ANÁLISIS DE PROVENIENCIA DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DEL COMPLEJO DUQUE DE YORK, REGIÓN DE MAGALLANES, CHILE

Víctor Faúndez Olivos

El objetivo de este estudio es determinar la naturaleza litológica y geoquímica, así como establecer el marco tectónico y la cronología de la fuente de aporte de detritos de las rocas sedimentarias del Complejo Duque de York, las que afloran formando parte del basamento de los Andes Patagónicos, en el sector de los archipiélagos magallánicos. La importancia de esta determinación radica en que ella resulta fundamental para recono-

cer la naturaleza alóctona o autóctona del Complejo con respecto a Gondwana.

La metodología usada consistió en realizar un análisis de proveniencia, sobre la base de un estudio de: la petrología de areniscas, fangolitas y clastos de conglomerados; diagramas geoquímicos de discriminación de proveniencia desarrollados sobre elementos mayoritarios, minoritarios y en traza de areniscas y fangolitas; diagramas de discrimi-

nación de proveniencia basados en análisis modales y análisis de resultados disponibles de espectros de edades de circones detríticos, determinados con dataciones U-Pb usando SHRIMP.

Las litologías estudiadas correspondieron a fangolitas ricas en filosilicatos y tectosilicatos detríticos, areniscas predominantemente cuarzo – feldespáticas y clastos graníticos, riódacíticos y de areniscas cuarzo – feldespáticas en conglomerados. La geoquímica de las rocas es típica de rocas sedimentarias en ambientes de margen continental activo. Los diagramas de discriminación basados en análisis modales de areniscas, revelaron que la naturaleza tectónica de la fuente corresponde a un bloque continental, entre los subcampos transicional y de basamento alzado. Las edades de circones detríticos indican que el evento más importante de cristalización ígnea en el área de la fuente ocurrió en el Pérmico, entre los 270 y 285 Ma.

La cuenca de sedimentación del Complejo Duque de York, debió ubicarse adyacente a un bloque continental, de corteza

gruesa, en el que existieron estructuras que exhumaron niveles relativamente profundos de un basamento. Las rocas de la fuente del Complejo Duque de York, eran principalmente ígneas, plutónicas y volcánicas ácidas y correspondían a las rocas del basamento que quedaron expuestas después de procesos de erosión, y debieron cristalizar en el Pérmico. Todo este sistema fuente – cuenca, debió ubicarse en un ambiente de margen continental activo. Se sugiere que el bloque continental correspondió a Gondwana, donde el sistema cuenca – fuente se desarrolló en el borde occidental de la porción sudamericana. La fuente de aporte de detritos del Complejo Duque de York es de difícil identificación. No se puede excluir como potencial fuente a las provincias magmáticas ácidas, ubicadas en la actualidad a más de 1000 Km al norte de la zona de estudio, correspondientes a las rocas formadas durante el evento magmático Choiyoi desarrollado en Sudamérica.

Prof. Guía: Francisco Hervé
21.07.2000

FENOMENO DE REMOCIONES EN MASA ASOCIADOS A LA OCURRENCIA DE ANOMALÍAS ATMOSFÉRICAS, SANTIAGO ORIENTE

Verónica García González

La zona de piedemonte andino de Santiago presenta una alta vulnerabilidad ante la ocurrencia de desastres naturales, entre los cuales se destacan los fenómenos de remociones en masa, asociados a tormentas excepcionalmente intensas.

En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo contribuir a la comprensión integral de los principales efectos de las

anomalías climáticas sobre el ciclo hidrológico en la zona de Santiago, y su relación con la ocurrencia de desastres naturales, durante el siglo XX en dicha ciudad.

La alternancia aperiódica entre condiciones de déficit y exceso pluviométrico, y la variabilidad de los regímenes fluviométricos, a escala anual y decadal, ha sido asociada a las fluctuaciones del sistema

océano-atmósfera en el Pacífico Ecuatorial Central, donde la atmósfera describe un modo de circulación oscilatorio denominado Oscilación del Sur (OS). Según la Temperatura Superficial del Mar (TSM), en dicha zona, se reconoce la fase cálida de la OS como evento "El Niño", asociada a una tendencia al exceso de precipitación en Chile Central, y a un nivel por sobre lo normal de caudales en los ríos andinos. Durante la fase fría ("La Niña") la tendencia es inversa, pero se presenta con una menor intensidad relativa. Esto se traduce en el desarrollo de períodos que presentan condiciones climáticas favorables para la ocurrencia de desastres naturales, y de otros durante los cuales el peligro es notablemente menor.

Para la caracterización climática y de las anomalías que se han presentando durante el siglo XX, se realizó una revisión crítica de trabajos anteriores. Los desastres naturales ocurridos en Santiago fueron recopilados desde diversas fuentes, y agrupados en 6 tipos (flujos de lodo y detritos, inundaciones, derrumbes, aludes y nevazones intensas, sequías, tormentas de viento y lluvia). Esto permitió establecer una cronología de desastres naturales, y correlacionarla con la ocurrencia de eventos El Niño y La Niña.

La cronología de desastres naturales presentada en este trabajo determinó el registro de 49 eventos asociados a la ocurrencia de tormentas excepcionales, 19 de los cuales se desarrollaron durante un período cálido de la OS (evento El Niño), y sólo 3 de ellos durante eventos fríos (La Niña). En cuanto a los períodos de sequías (1955, 1967-68-69

y 1990-91) sólo el primero de ellos se desarrolló bajo condiciones La Niña. La correlación más significativa se obtuvo para el período 1950-1993, el que registró 12 eventos de flujos de detrito y barro, de los cuales 9 ocurrieron durante períodos El Niño, 3 durante períodos normales, y ninguno bajo condiciones La Niña. En particular, en la quebrada de Macul este tipo de fenómeno se presentó en 6 oportunidades a partir de 1950, 5 de ellos durante episodios El Niño.

El análisis de series pluviométricas permitió aportar nuevos antecedentes para reconocer las características del clima actual y de su variabilidad interanual e interdecadal. Se reconoció que las condiciones más favorables para la ocurrencia de desastres naturales, que afectan principalmente al sector oriente de la ciudad, se presentan durante el período cálido de la OS. Este hecho contradice el supuesto de constancia climática utilizado en el análisis de variables meteorológicas e hidrológicas, cuya determinación y estimación es de vital importancia en estudios de peligro y riesgo. Luego, para cuantificar períodos de recurrencia y probabilidades de excedencia de éstas, es necesario tomar en cuenta que existen 3 escenarios potenciales, definidos por la presencia de los fenómenos El Niño, La Niña, y la ausencia de ambos (período "normal"). Esto reemplaza el concepto tradicional de constancia climática, por una noción de valores máximos, mínimos y normales esperados.

Prof. Guía: Sofía Rebolledo
28.04.2000

MODELO DE MINERALIZACIÓN PARA EL PROSPECTO QUEBRADA POTRERO GRANDE, FRANJA MARICUNGA, III REGIÓN, CHILE

Alejandra Garrido Moreno

El Prospecto Quebrada Potrero Grande, se ubica en la Tercera Región de Atacama, 140 km al noreste de la ciudad de Copiapó, en el sector norte de la Franja de Maricunga, localizado en la parte alta del Complejo Volcánico Cerros Bravos, alcanzando alturas de 5000 – 5200 *m.s.n.m.*

El presente estudio tuvo como objetivo proponer un modelo de mineralización para el sector, centrándose en la descripción de unidades litológicas; caracterización de la alteración y mineralización, y análisis de resultados de geoquímica de exploración del prospecto.

En el sector afloran principalmente rocas volcánicas andesíticas y dacíticas, confinadas hacia los sectores medio-altos de la quebrada. Se distinguieron 4 unidades litológicas que se asignan al Oligoceno Superior – Mioceno Inferior: (1) Lavas andesíticas; (2) Andesitas porfíricas; (3) Dacitas porfíricas, y (4) Flujos piroclásticos de bloque y ceniza. La zona de interés prospectivo se restringe a la unidad (3), la que es subdividida en: pórfido dacítico de grano fino y grueso, y dacita brechosa.

Las rocas aflorantes en el prospecto se presentan casi inalteradas, solo el pórfido dacítico presenta una débil alteración, en donde se aprecian dos eventos hidrotermales.

Una etapa temprana caracterizada por magnetita diseminada y vetillas de cuarzo policristalino, y una etapa tardía representada por cuarzo, clorita-esmectita, montmorillonita, calcedonia y calcita. Se observa una leve silicificación de la masa fundamental, concentrada en las zonas próximas a las vetillas. Óxidos de hierro de origen supérgeno se sobrepone a las asociaciones anteriormente descritas.

Se presenta mineralización de oro y trazas de cobre, diseminada y en vetillas de cuarzo registrada por análisis químicos, indicando anomalía tanto de oro como de cobre centrada en una zona de 80 x 120 metros, sector donde se concentra mayor intensidad de vetilleo, asociada al pórfido dacítico de grano grueso.

Con los antecedentes geológicos expuestos anteriormente y de acuerdo a las características del sistema hidrotermal obtenidas en este trabajo, se define el prospecto Quebrada Potrero Grande como un sistema epitermal de baja sulfidación de poco desarrollo y escasa mineralización, no representando un blanco de interés económico

Prof. Guía: Víctor Maksaev
08.05.2000

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE DOS MÉTODOS GEOQUÍMICOS DE EXTRACCIÓN PARCIAL: MMI Y LIXIVIACIÓN CON CIANURO (BLEG), EN EL PROSPECTO OSO DEL DISTRITO ANTENA, V REGIÓN

Emilio González Astete

El Distrito Minero Antena (V Región, Cordillera de la Costa) está ubicado aproximadamente a 100 kms al NW de Santiago. Estudios anteriores han detectado anomalías geoquímicas de oro en sedimentos activos con la definición de blancos de exploración.

Con la finalidad de comparar dos métodos geoquímicos de extracción parcial (MMI y BLEG), los métodos se aplicaron en un mismo prospecto (Prospecto Oso) y se utilizaron muestras de suelo.

En el Distrito Antena afloran metapelitas del Carbonífero-Triásico intruidas por un complejo plutónico y edad Jurásico Superior. Estas rocas están intruidas por diques y stocks dioríticos y leucograníticos. Adicionalmente afloran terrazas de la Fm. Navidad y diferentes tipos de Depósitos Cuaternarios. Las fallas observadas e inferidas conforman un set conjugado de orientación N40°-60°W y N30°-50°E, y fallas EW subordinadas.

Se destaca un relieve maduro con una gruesa cubierta saprolítica y un importante desarrollo de suelo y vegetación. Los afloramientos son escasos y están fuertemente meteorizados.

El blanco elegido para éste estudio corresponde a la Zona Oso, donde se han inferido cuerpos de diques mineralizados que están cubiertos por suelo. La concentración del oro en los suelos de la zona no supera los 100 ppb.

El método MMI se basa en el concepto de la migración de iones metálicos desde una

fente mineralizada cubierta hacia la superficie. MMI mide el leve contraste de concentración de éstos iones que indica la presencia relativa de la fuente mineralizada, independiente del tipo de cobertura.

El método BLEG es una técnica que mediante una solución cianurada recupera el oro que puede ser lixiviado desde la muestra, y fue diseñado para la exploración regional con muestras de sedimentos de drenajes. BLEG no es capaz de detectar la presencia de cuerpos mineralizados cubiertos por sedimentos alóctonos.

El suelo sobre el cual se aplica la malla de muestreo es un suelo zonal, residual y primario. Tiene características fersialíticas, desarrolla un horizonte B arcilloso y muestra una erosión parcial del horizonte superficial. Los estudios anteriores y las características de la zona permiten afirmar que el oro es inmóvil en éste ambiente.

Se usan razones de respuestas con ambos métodos para poder comparar con un criterio común, y se comparan las zonas anómalas inferidas por ambos métodos.

Sobre éste tipo de suelos residuales y poco transportados, la geoquímica de extracción parcial ofrece señales precisas de la mineralización en profundidad con ambos métodos.

En general, BLEG detecta una mayor cantidad de zonas anómalas, pero algo más difusas y que en general son coincidentes con las zonas MMI, que es más preciso, restringido y de señales poco ruidosas. En

éste caso resulta más eficiente y barato el método BLEG en comparación con MMI.

No se puede inferir la forma o la profundidad del cuerpo. Se propone la ubicación

de sondajes para la exploración de mineralización primaria de los diques.

Prof. Guía: Brian Townley

04.07.2000

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA DEL ENJAMBRE DE DIQUES MÁFICOS DE LA COSTA DE LA REGIÓN DE AYSÉN (CHILE), 43°30' - 46°00' L.S.: IMPLICANCIAS PETROGENÉTICAS

Cecilia Herrera Ocares

El presente trabajo de título tuvo como objetivo caracterizar petrográficamente y geoquímicamente el enjambre de diques que aflora en la parte insular de la región de Aysén y, a partir de ello, entregar conclusiones de la génesis de estas rocas. Estos diques juegan un importante rol en los procesos magmáticos a gran escala experimentados en esta zona durante el Cenozoico tardío, ligados a la Falla intra-arco dextral tranpresional-transtensional de Liquiñe-Ofqui.

La metodología se basó en la descripción, caracterización y correlación petrográfica y geoquímica de los distintos tipos de diques a partir del estudio de 50 cortes transparentes, 5 análisis químicos realizados para este trabajo y 50 análisis químicos tomados de la tesis de doctoral de Bartholomew (1984).

El enjambre de diques incluye basaltos a andesitas y pocas dacitas con afinidad toleítica. Datos petrológicos, geoquímicos y geocronológicos sugieren 3 episodios de intrusión.

El primero de los episodios está representado en las cercanías de isla Traiguén por basaltos a andesitas del Eoceno superior a Mioceno. Estos diques son poco enriquecidos en elementos incompatibles, tienen

razones LREE/HREE=1 y bajos valores de TiO_2 . Este evento se asocia al desarrollo de la cuenca extensional representada por la Formación Traiguén durante un período de subducción oblicua (N10°E) de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana y a una corteza continental muy delgada (<<35 km).

El segundo episodio es representado por basaltos, andesitas y pocas dacitas del Mioceno. Estas rocas tienen mayores contenidos de elementos incompatibles y de TiO_2 que el evento anterior y razones LREE/HREE=2-4, se reconocen en las áreas noreste y oeste del Canal Costa-Errázuriz. Este episodio puede estar relacionado a la subducción casi ortogonal (N80°E) de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana y a una alta velocidad de convergencia de ambas placas, en una tectónica compresiva que produce la inversión de la cuenca de ante-arco y un mayor espesor cortical. Este escenario sucede durante y posteriormente a la intrusión de plutones miocenos en la región.

El tercer episodio está representado por diques mucho más diferenciados que los anteriores, principalmente ubicados en la parte norte de la región de estudio. En este trabajo no se obtuvo las características

geoquímicas de ellos.

Todas estas rocas presentan un metamorfismo de muy bajo grado a bajo grado: al sur de la región se reconoce metamorfismo en facies sub-esquistos verdes representado por prehnita, al oeste metamorfismo en facies esquistos verdes y, al norte un metamorfismo en facies prehnita-actinolita.

La geoquímica de los diques sugiere que la fuente para los magmas es un manto enri-

quecido ($(La/Ce)_n > 1$) con influencia litósferica (en general $La/Nb > 1.5$) y de la placa subductada. Los magmas son contaminados con la corteza superior (altos valores de Th, Rb, Ba, K y bajos de Nb) y productos de la cristalización fraccionada especialmente de clinopiroxenos.

Prof. Guía: Francisco Hervé

23.10.2000

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL EN EL PROSPECTO LOS TOROS, COPIAPÓ, III REGIÓN, CHILE

Pablo Letelier Meza

El presente trabajo de título tiene como objetivo establecer un modelo metalogénico y de alteración hidrotermal en el prospecto Los Toros, ubicado 30 km al SE de la Ciudad de Copiapó, y a 10 km al S de la Mina La Candelaria. En la zona afloran rocas pertenecientes al Grupo Chañarcillo (Formaciones Punta del Cobre, Nantoco, Abundancia, Pabellón y Totoralillo) de edad Cretácico. Las rocas intrusivas están representadas en la zona NW del prospecto por una franja de edad Cretácico que incluye: granodiorita de Sierra Los Lirios y cuarzo - monzonitas, además existen andesitas porfíricas intrusivas y pórfidos dacíticos.

La alteración hidrotermal en el sector del Prospecto está asociada a un enjambre de diques cuarzo-monzoníticos y granodioríticos, a los que se asocia una skarnificación en las rocas calcáreas, Neocomianas (granate-wollastonita-epidota-calcita-clorita-cuarzo) que afloran en gran parte del Prospecto. En profundidad dicho enjambre de diques genera alteración potásica (a la cual se asocia un débil desarrollo de un 'stockwork' de venillas con pirita, trazas de calcopirita y molibdenita)

en fajas contiguas a los diques, con desarrollo de amplios halos externos propilíticos (donde predomina la pirita en forma diseminada) a los que se sobreimpone una alteración cuarzo-sericita-pirita. La edad mínima de la alteración sericítica es de 97 ± 3 Ma, de acuerdo a una datación K-Ar en roca total sericitizada realizada en este trabajo.

La existencia en el prospecto Los Toros de alteración potásica, propilítica y cuarzo-sericita, la respectiva asociación de sulfuros (calcopirita-molibdenita; pirita-calcopirita y pirita, respectivamente), el desarrollo de 'stockwork' y las anomalías geoquímicas de cobre, oro y molibdeno permiten enmarcar el prospecto en un modelo tipo pórfido cuprífero pobremente mineralizado. Los bajos tenores geoquímicos de cobre, oro, molibdeno y las características geológicas del prospecto Los Toros permiten concluir que el mismo posee un escaso potencial económico, por lo cual no se recomienda realizar futuras exploraciones.

Prof. Guía: Víctor Maksaev

08.05.2000

ALTERACIÓN, MINERALIZACIÓN E INCLUSIONES FLUIDAS EN VETAS DEL DISTRITO FACHINAL, XI REGIÓN DE AYSÉN, CHILE

Luis Pizarro Iturriaga

El presente estudio entrega nuevos antecedentes tanto de la mineralogía de alteración, mena y ganga, como de las condiciones termodinámicas existentes durante la formación de las vetas Temer Sur, Cóndor I, Taitao I Sur y Cristal III del Distrito Fachinal, ubicado en el borde suroriental del lago General Carrera, Undécima Región de Aysén. Estas vetas se habrían formado durante el Cretácico Inferior, emplazándose en rocas volcánicas piroclásticas asignadas al Grupo Ibañez, de edad Jurásico Medio-Berriasiano.

El trabajo, un aporte al conocimiento de la génesis del depósito y a la exploración de nuevas vetas del distrito, se realizó sobre la base del estudio petrográfico, calcográfico y de termometría de inclusiones fluidas de muestras recolectadas en cada una de las vetas.

La mineralogía de alteración observada corresponde a sericita y minerales del grupo de las arcillas, producto de la alteración de cristales de feldespato potásico presentes en la roca de caja.

La mineralogía de mena observada corresponde a pirita, electrum y sulfosales de plata. Estos minerales se alojan en vetas de cuarzo hidrotermal de textura sacaroidal fina, cuarzo gris opalino y calcita.

El estudio termométrico realizado en in-

clusiones fluidas atrapadas en cristales de cuarzo hidrotermal, indica condiciones de temperatura de homogenización variable entre 120 y 350°C y salinidad expresada en porcentaje en peso de cloruro de sodio equivalente entre 0 y 9%, para las soluciones hidrotermales involucradas en la formación de estas vetas.

Los resultados anteriores sugieren que las vetas estudiadas se formaron a partir de soluciones hidrotermales, de origen principalmente meteórico, que circularon a paleoprofundidades menores que 1.000 m, en condiciones de pH cercano a neutro y en un ambiente reductor.

Los rangos de temperatura, pH y estados de oxidación determinados permiten inferir que el transporte en solución de los metales ocurrió en forma de complejos bisulfurados para el oro y clorurados para la plata. La depositación de los metales preciosos fue controlada por cambios en el ambiente hidrotermal durante eventos de ebullición registrados en el depósito.

Los antecedentes expuestos anteriormente permiten sugerir que las vetas consideradas en este trabajo corresponden a un depósito epitermal de metales preciosos de baja sulfidización.

**Prof. Guía: Brian Townley
15.03.2000**

GEOLOGÍA DE LA HOJA VILLA O'HIGGINS, REGIÓN DE AYSÉN, CHILE

Víctor Sepulveda Osman

Este estudio tuvo la finalidad de determinar la distribución de las unidades litológicas en el área de la Hoja Villa O'Higgins escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar, estudiar la estructura y el grado de metamorfismo de las unidades aflorantes en ella y comparar dicho grado de metamorfismo con el de zonas vecinas. Con estos datos se pretende reconstruir la historia geológica del área.

Para lo anterior se hizo un catastro de trabajos anteriores en sectores adyacentes y análisis de fotografías aéreas. Además, se realizaron dos etapas de terreno, la primera de siete días, de reconocimiento general del área y la segunda, de un mes, en la que se hicieron recorridos tanto a pie como a caballo. Se ejecutaron también estudios de las condiciones de metamorfismo por medio de la cristalinidad y parámetro $\log V$ de la illita, estudios petrológicos de las rocas expuestas en terreno, análisis químicos de roca total, estudios de proveniencia de partículas en areniscas, análisis estructural con uso de red estereográfica y estudio de edad de circones detríticos, en una muestra, por el método U-Pb.

En el área, se reconocieron dos unidades geológicas mayores. La más antigua, paleozoico medio a superior, corresponde a rocas del Complejo Metamórfico Andino Oriental (CMAO). Está constituida por una alternancia de metareniscas y metapelitas (las que comúnmente presentan vetas de cuarzo), en parte rítmica y por intercalaciones puntuales de metabrechas y metaconglomerados. Sus componentes detríticos provendrían de un orógeno reciclado, así como también de un bloque conti-

ental, los que se depositaron en una cuenca marina de gran extensión por corrientes de turbidez. En este ambiente marino fue posible que se depositaran, en forma intermitente, sedimentos más finos en zonas más profundas de la cuenca, originándose una interstratificación con las capas de partículas más gruesas. Las edades U-Pb en circones detríticos varían entre 2056 ± 24 Ma. y 354 ± 10 Ma., se considera a esta última como la edad máxima de depositación. El metamorfismo que afectó a esta unidad fue originado por el cierre de la cuenca sedimentaria marina.

La unidad más joven, de edad probable jurásica inferior a medio, denominada aquí "Estratos del Cerro Submarino", sobreyace al CMAO en discordancia angular y posee un espesor aproximado de 500 m. Está compuesta por una alternancia de wackas moradas a rojas, areniscas pardo amarillas y brechas moradas, rojas y verdes. Se interpreta a estas rocas como una secuencia fluvial en la base que hacia arriba grada a depósitos de un probable ambiente de abanicos aluviales. Se la correlaciona aquí, con la subunidad inferior del Complejo El Quemado y con las unidades sedimentarias que afloran en Argentina, Conglomerado Arroyo de la Mina y Estratos del Río Furioso.

Filones y filones manto de composición intermedia a básica, un filón riolítico y cuerpos de brecha de matriz riolítica afloran principalmente en el extremo sur-oeste del área de estudio intruyendo a rocas del Complejo Metamórfico Andino Oriental.

La morfología del área es de origen glacial, en la que además la erosión y depositación fluvial han jugado un rol impor-

tante en la generación de depósitos aluviales y terrazas fluviales.

Se reconocieron cuatro fases deformativas, las tres primeras afectan exclusivamente a las rocas paleozoicas y la cuarta tanto a la unidad anterior como a los Estratos del Cerro Submarino.

El estudio del Índice de Cristalinidad de la Illita y del parámetro bo de la micas blancas potásicas del CMAO, indican una temperatura de 375 ± 25 °C y una presión de $4,7 \pm 1,6$ Kb para el metamorfismo. Los valores de bo indican además un campo meta-

mórfico del tipo de presiones intermedias, con valores característicos entre la zonas metamórficas de Ryoke y la de Alpes Orientales. Las condiciones antes descritas reflejan facies metamórficas que van de la facies Pumpellita-Actinolita al inicio de la facies Esquistos Verdes. Estudios de P y T, más al norte, en el sector de Río Chacabuco, entregan valores similares.

Prof. Guía: Francisco Hervé
26.05.2000

MODELACIÓN HIDROGEOLÓGICA PRELIMINAR DEL ÁREA DE PAMPA PANTANILLO, ALTIPLANO III REGIÓN

Hugo Suazo Córdova

La explotación actual de los acuíferos de pampa Pantanillo, ubicada en el tramo medio del río Astaburuaga, en el Altiplano de la III Región, podría estar modificando la disponibilidad de agua hacia la laguna del Negro Francisco, frágil sistema hidrológico que depende de la recarga del río mencionado.

Con esta hipótesis se realizó este estudio, el que tuvo como objetivo principal desarrollar un modelo hidrogeológico preliminar, para reproducir, utilizando el software Visual MODFLOW, el comportamiento de los acuíferos del sector de pampa Pantanillo.

Con los antecedentes disponibles (geología, estratigrafía, gravimetría, hidrogeología e hidrología), más los datos recolectados en dos campañas de terreno (aforos, niveles de pozos), se generó un modelo conceptual que representa las formaciones acuíferas. Como apoyo para una mejor interpretación de los datos se trazaron perfiles geológicos e hidrogeológicos.

Sobre la base de la información anterior, se definieron 4 unidades hidrogeológicas que

conforman los acuíferos de pampa Pantanillo. Al sur de portezuelo Astaburuaga se reconoce un acuífero freático, somero, que sobreyace a un acuífero confinado, con más de 80% de arcilla y un acuífero confinado, con unos 30 m. de espesor, que subyace a las dos unidades anteriores. Al norte de portezuelo Astaburuaga se definió un acuífero freático, con un espesor saturado de 50 m.

Los resultados obtenidos de los balances hidrogeológicos muestran que en la zona de portezuelo Astaburuaga, se produce el vaciamiento total del agua subterránea proveniente de la parte superior del río Astaburuaga hacia pampa Pantanillo y el agua que llega hasta la laguna del Negro Francisco, lo hace a través de la infiltración del río, luego de haber atravesado la zona del portezuelo en forma superficial. Lo anterior demuestra una desconexión de los acuíferos ubicados al norte de pampa Pantanillo con aquellos ubicados al sur.

Por otra parte, se concluye que los pozos de extracción generan una redistribución del

agua superficial en el área de portezuelo Astaburuaga. Debido a esta explotación, aumentaría la recarga del río hacia el acuífero, ingresando una mayor cantidad de agua subterránea hacia pampa Pantanillo y deprimiendo la disponibilidad de ésta hacia la laguna del Negro Francisco. Esto último se observó a partir de un retroceso de las líneas equipotenciales entre los años 1990 y 2000, entregadas por la simulación. También se pudo pronosticar una estabilidad en las curvas equipotenciales a partir del año 2000, por lo cual el sistema hidrogeológico habría entrado en un estado de régimen permanente, siempre que las condiciones

hidrometeorológicas consideradas por este estudio se mantengan en el tiempo.

Se recomienda para una depuración del modelo el control de las variables hidrometeorológicas y de niveles de pozos, la realización de nuevos sondeos en las zonas conflictivas o de escasa información, o la realización de métodos indirectos como los T.E.M., para determinar valores de profundidad de basamento, nivel estático y la estratigrafía del relleno.

Prof. Guía: Sofía Rebolledo
10.10.2000

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE TRES TRANSECTAS DEL BATOLITO SUR PATAGÓNICO ENTRE LOS 47° 50' Y 50° 00' S.

Mauricio Ureta Letelier

El Batolito Patagónico y diques asociados corresponde a un cuerpo que abarca de norte a sur una extensión de más de 1.400 km alcanzando a lo ancho hasta 150 km. El Batolito Sur Patagónico (BSP) se encuentra al sur de los 47° 30', exactamente en el extremo sur de la Falla Liquiñe Ofqui y del punto triple, correspondiente a la conjunción de las placas Sud americana, Antártica y de Nazca.

En el presente estudio se analizan petrográficamente y geoquímicamente muestras colectadas entre los 47° 50' y 50° 00' Lat. S, pertenecientes a tres zonas o transectas con orientación aproximada E-W.

La petrografía muestra la presencia de cinco tipos litológicos correspondientes a gabro, diorita (incluyendo diorita cuarcífera), tonalita, granodiorita y monzogranito. Los minerales máficos principales corresponden a biotita, anfíbola y piroxeno, ocasionalmente olivino (en gabros). La alteración obser-

vada es principalmente de esmectita, sericita y caolinita para minerales félsicos y de clorita, epidota y minoritariamente calcita en los máficos. Aparecen como accesorios principalmente apatito, esfeno y circón, mientras que los minerales opacos corresponden principalmente a magnetita y hematita.

Los diques observados que atraviesan a estos cuerpos intrusivos corresponden todos a basaltos y andesitas.

Las características geoquímicas resultan típicas de magmas sub alcalinos con afinidades calco-alcalinas. Algunas de las muestras básicas tienen valores altos en los contenidos de Ni y Cr, coincidiendo con la presencia de olivino y/o piroxeno en dichas rocas.

Las tendencias de correlación de los diferentes óxidos y elementos resultan ser las usuales de magmas calco-alcalinos, exceptuándose principalmente los valores dispersos de Na₂O y el Sr, además de algunos

valores marcadamente altos para el K. El leve quiebre observado en la tendencia del TiO_2 con respecto a la sílice puede deberse al fraccionamiento de óxidos de Fe-Ti (el FeO tiene valores relativamente constantes en las muestras básicas, para luego decrecer en las más ácidas).

Los patrones de tierras raras indican un fraccionamiento de olivino y clinopiroxeno en etapas primitivas del Batolito, luego, en etapas más evolucionadas (tonalita, granodiorita), se deduce un fraccionamiento de anfibola y ortopiroxeno principalmente. Las razones de La_n/Yb_n se concentran en contenidos de entre 4 y 12, con valores marcadamente más bajos en rocas más básicas, donde posiblemente hay presencia de plagioclasa cumulada.

Es posible hacer una correlación con rocas estudiadas anteriormente al sur de los 50° Lat. S considerando las similitudes tanto en resultados petrográficos como geoquímicos con el presente trabajo.

Hacia el centro (en un perfil EW) de este gran cuerpo plutónico se concentran las rocas de composición básica (gabros y dioritas) que según dataciones existentes, corresponderían a los plutones más jóvenes (Cretácico Superior a Oligoceno). En la periferia del Batolito se concentran las rocas de composición intermedia a ácida (tonalitas y granodioritas) a las que se le asignan edades desde el Kimmerigiano al Hauteriviano.

Prof. Guía: Franciso Hervé
28.07.2000

METODOLOGÍA PRELIMINAR PARA UNA MODELACIÓN DE TRANSFERENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE PARTÍCULAS Y SU GEOQUÍMICA EN ZONAS ÁRIDAS

Andrés Urrutia Bustos

En zonas áridas, la movilidad por acción eólica de material particulado y de sustancias potencialmente dañinas para la salud, puede causar un franco deterioro del medioambiente. En la zona de Llano Mariposa-Pampa Elvira, ubicada en el Desierto de Atacama en la II Región, se desarrolló una metodología experimental que permite establecer una Línea Base Geoquímica y un modelo de dispersión y distribución de potenciales contaminantes. La metodología consistió principalmente en: 1) análisis e interpretación de las características granulométricas y sedimentarias del suelo (0-4 cm de profundidad); 2) análisis e interpretación de las características geoquímicas del subsuelo (5-30 cm prof.) y del material transportado eólicamente; 3) medición del flujo

másico del material transportado eólicamente; y 4) análisis e interpretación de datos meteorológicos, principalmente dirección e intensidad de vientos.

Los resultados obtenidos permiten establecer que la geoquímica del material transportado eólicamente está genéticamente ligada a la del suelo, siendo éste de origen fundamentalmente aluvial, mostrando que existe una removilización inmediata del suelo y su geoquímica y una aparente inconexión entre la geoquímica del suelo y la del subsuelo. Por otra parte, las intensidades de viento tienden a movilizar en un período relativamente corto todas las partículas finas que se encuentran sobre el pavimento del desierto, distribuyéndolas hacia el sudeste, variando hacia el sur, en la medida que ellas pueden

ser transportadas por velocidades cada vez más pequeñas. En cambio, si ofrecen una alta resistencia a la movilización, su desplazamiento más probable es hacia el este.

Se determinó, además, que la geoquímica del suelo y, por tanto, la geoquímica del aire, se ven afectadas por las actividades de exploración geológica llevadas a cabo en la zona, fundamentalmente en las concentraciones de As, Cu y S. Además, tales actividades incrementan fuertemente los flujos de material al remover la cubierta de gravas. Esto se vio reflejado al ser modelados en forma semiteórica los potenciales flujos de material, con los parámetros de suelo e intensidades de viento de la zona de estudio.

La integración de los resultados obtenidos acerca de la geoquímica y la movilidad de las partículas en la zona de estudio, posibilita utilizar la metodología para modelar la distribución e influencia espacial de poten-

ciales contaminantes y permite aproximarse a una Línea Base Geoquímica preliminar para la zona de estudio. Este modelo puede aplicarse directamente en caso de futuras actividades de extracción minera, permitiendo diferenciar a futuro los aportes antropógenos de aquellos litógenos.

Los principales problemas asociados a la implementación de la metodología derivan de las divergencias entre los objetivos de los muestreos geoquímicos de cada fase y entre las condiciones meteorológicas de los períodos de estudio y experimentación. La metodología experimental puede ser optimizada ampliando el área a un volumen de control y complementándola con una modelación de flujo como se hizo en este estudio.

Prof. Guía: Jacques Wiertz
08.11.2000

PETROGRAFÍA, MINERALOGÍA Y QUÍMICA DE LAS ROCAS DEL GRUPO CASMA, CRETÁCICO, EN LA QUEBRADA DE CHILLÓN, NE DE LIMA, PERÚ

Leticia Valdebenito Valdés

En el sector centro occidental del Cuadrángulo Chosica, Provincia de Lima, Perú, afloran rocas del Grupo Casma. Éste consiste en una secuencia volcano-sedimentaria de edad cretácica, y constituye el relleno de la Cuenca Huarney de Perú central, considerada como una cuenca marginal. Estudios anteriores indican que esta secuencia estaría afectada por metamorfismo de bajo grado de carácter diastatómico (extensional). Además, la presencia en la zona de intrusivos pertenecientes al Batolito de la Costa del Perú, hace

presumir la existencia de un evento de metamorfismo de contacto sobreimpuesto al de bajo grado.

El objetivo del presente trabajo de título es realizar una caracterización petrográfica, mineralógica y química de las rocas del Grupo Casma en un perfil en la Quebrada de Chillón, al noreste de Lima, Perú. Además, se pretende estudiar el metamorfismo que afecta a estas rocas junto con su química primaria, con el objeto de relacionarlos con el ambiente geotectónico en que ellas se formaron.

La metodología empleada consistió principalmente en el estudio petrográfico detallado de un conjunto de muestras, recolectadas a lo largo del mencionado perfil con anterioridad a este trabajo, la realización de análisis químicos de minerales (EMPA), y análisis químicos de roca total (ICPAS).

Los resultados obtenidos indican que el perfil comprende principalmente lavas subaéreas y almohadilladas, tobas, areniscas y rocas córneas. La mineralogía primaria consiste en clinopiroxeno, plagioclasa, anfíbola, fantasmas de olivino y minerales opacos. La mineralogía secundaria, en tanto, corresponde a biotita, anfíbolos, clinopiroxeno, plagioclasa, clorita, prehnita, epidota, granate, mica blanca y calcita.

Las composiciones de elementos mayores indican que las lavas analizadas son basaltos y andesitas basálticas de afinidad toleítica, y normativas en hiperstena. Las composiciones de tierras raras y elementos traza permiten dividir el perfil en una Secuencia Inferior con patrones de tierras raras normalizados a condrito enriquecidos en LREE respecto a HREE, y diagramas multielementos normalizados a N-MORB enriquecidos respecto a la Secuencia Superior, que presenta patrones de tierras raras normalizados a condrito planos. En un diagrama La/10-Y/15-Nb/8 se distinguen dos

ambientes geotectónicos: un dominio intracontinental tardi o post-orogénico para la Secuencia Inferior, y un dominio no orogénico para la Secuencia Superior. Además un diagrama Cr-Y de fusión parcial y cristalización fraccionada a partir de una fuente Iherzolítica de composición $Ol_{60}Opx_{20}Cpx_{10}Pl_{10}$, indica una tasa de fusión mayor para las rocas de la Secuencia Superior. Así, se distinguen dos grupos de rocas: uno formado en una corteza normal, y el otro formado en una corteza atenuada.

En base a evidencias texturales y mineralógicas, se pudo determinar la existencia de facies prehnita-actinolita y facies de rocas córneas de hornblenda, lo que confirma las hipótesis referentes al metamorfismo. Además la ausencia de pumpellyita permite inferir un alto gradiente geotérmico para las rocas del perfil, que puede ser asociado a la existencia de un centro de expansión.

De este modo, se puede establecer una correlación entre el carácter químico y el gradiente térmico de estas rocas, y el proceso de apertura de la cuenca donde ellas se formaron.

Prof. Guía: Luis Aguirre

22.06.2000

Se concluye que la zona hidrotermal de Pajonales presenta características geológicas que permiten compararla con yacimientos del tipo "Pórfidos Cupríferos" asociados a metalogénesis de edad cretácica como son los yacimientos Domeyko y Andacollo y se postula la posible existencia de mineralización cuprífera a profundidad para lo cual se recomiendan reconocimientos, mediante cinco sondajes de diamante que alcanzarían a unos 1.500 metros en total.

Prof. Encargado: Carlos Palacios

17.04.2000

En este modo, se puede establecer una correlación entre el carácter dúmico y el gradiente térmico de estas rocas y el proceso de expansión.

De este modo, se puede establecer una correlación entre el carácter dúmico y el gradiente térmico de estas rocas y el proceso de expansión.

Prof. Guis: Luis Aguirre
22.06.2000

En el latibidocóntro se encuentran las Cuadrángulo Chosica, Provincia de Lima, Perú, afloran rocas del Grupo Casma. Este consiste en una secuencia volcano-sedimentaria de edad cretácica, y constituye el relleno de la Cuenca Huarmey de Perú central, considerada como una cuenca marginal. Estudios anteriores indican que esta secuencia estaría afectada por metamorfismo de bajo grado de carácter diastático (extensional). Además, la presencia en la zona de intrusivos pertenecientes al Batolito de la Costa del Perú, hace

presumir la existencia de un evento de metamorfismo de contacto sobrepuesto al de bajo grado.

El objetivo del presente trabajo de título es realizar una caracterización petrográfica, mineralógica y química de las rocas del Grupo Casma en un perfil en la Quebrada de Chillón, al noreste de Lima, Perú. Además, se pretende estudiar el metamorfismo que afecta a estas rocas junto con su química primaria, con el objeto de relacionarlos con el ambiente geotectónico en que ellas se formaron.