

## Reunión del Grupo de Trabajo Geocientífico del PMA:GCA – Hotel Prince, Lima, Perú, 21 al 24 de octubre.

La reunión del GTG incluirá una revisión de los planes de trabajo individuales de cada país, informes de los subproyectos, novedades de importancia multinacional, actualización de presupuestos y una vista a futuro para las próximas reuniones. Un borrador de la agenda circulará entre los Líderes de Proyecto luego este mes. Para añadir un tema a esta agenda, por favor, envíe su pedido a la Srta. Malaika Ulmi a [mulmi@nrca.gc.ca](mailto:mulmi@nrca.gc.ca). Como se discutió en las reuniones previas, se fomenta el intercambio de borradores de documentos y publicaciones durante las reuniones, como parte de un proceso de revisión para cualquier artículo relacionado al Proyecto. Por lo tanto, por favor, envíe 8 copias de las publicaciones / documentos a discutir.

Para la Reunión del Consejo Ejecutivo (ECM, sigla en inglés) de mitad de año se hará efectivo un nuevo formato en el cual los Líderes de Proyecto informarán a los Directores Nacionales acerca de las discusiones y recomendaciones provenientes del GTG. De esta manera, los Directores Nacionales, por vía telefónica o video conferencia coordinarán la aprobación de las recomendaciones provenientes del Grupo de Trabajo.

Puntos de la Agenda en la reunión del GTG:

- Informes de los Grupos de Trabajo
- Gestión Basada en Resultados
- Avances de los Subproyectos
- Revisión de las actividades multinacionales.
- Actualización del presupuesto
- Revisión de los medios de transporte y equipos multinacionales.
- Informe de los Subproyectos
- Informe de los Grupos de Trabajo (GEMMA y GeoSemántica)
- Productos Multinacionales
- Próximas conferencias, reuniones y eventos
- Publicaciones del primer semestre del año (revisión de los procesos y artículos)
- Indicadores Verificables.

Las reuniones se realizarán en:

Hotel Prince  
Av. Guardia Civil 727 Córpac  
San Borja, Lima  
Tel: (51-1) 225-3025  
Fax: (51-1) 224-4544

Geól. Malaika Ulmi

## Qué es el Rim Sim?

Un desafío para los geocientíficos, durante décadas, ha sido comprender el rol que juega la ciencia en la toma de decisiones para el planeamiento territorial y la gestión de emergencia. Mediante una mejor comprensión del contexto en el cual el conocimiento geológico será aplicado en esas áreas, los geocientíficos estarán en mejores condiciones de entender las necesidades de información de otras instituciones y por lo tanto realizar un trabajo trascendente. En un esfuerzo de ayudar a los científicos y no-científicos para comprender estos conceptos, el USGS en forma conjunta con la Cruz Roja de los EEUU, la Universidad de Stanford y el Consejo Circunpacifico (Circum Pacific Council) desarrollaron un ejercicio de simulación llamado Rim Sim. El Grupo de Trabajo Geocientífico del PMA:GCA realizará este ejercicio el 26 de octubre en Lima, inmediatamente después de las reuniones del GTG. A continuación se enuncia una cita del Boletín 2212 del Servicio Geológico de EEUU, “**Rim Sim: Un Juego de Simulación de Roles**” por Robert C. Barrett, Suzanne L. Frew, David G. Howell, Herman A. Karl y Emily B. Rudin.

*Rim Sim es una reunión de negociación de 6 horas de duración, enfocada en crear a largo plazo el ámbito de esfuerzos para la recuperación de un desastre. Comprende un grupo de participantes de cinco países afectados por dos desastres naturales: Un huracán, ocurrido aproximadamente un año atrás y un terremoto, ocurrido hace 6 meses. Los participantes son miembros de un Grupo de Trabajo Internacional, para Desastres (IDWG, sigla en inglés) que ha sido creado por una comisión internacional. El IDWG, tuvo a cargo el bosquejo de un marco para dirigir dos puntos: La reconstrucción de la estructura regional significativa y diseñar el mecanismo para asignar fondos a cada país para la reconstrucción de la infraestructura local y las necesidades humanas que se presentan como consecuencia de estos desastres. El primer punto involucra la selección de opciones entre cinco propuestas (dos opciones de puerto, dos opciones de aeropuerto y una opción de ferrocarril), cada una de las cuales presentará tres niveles de reconstrucción. La segunda opción involucrará cinco opciones a iniciar. Se recomienda que los participantes presenten otras opciones para los dos puntos.*

*El objetivo de Rim Sim es generar inquietudes acerca de los enfoques tradicionales en el planeamiento de la preparación de desastres y esfuerzos de reconstrucción en un contexto internacional, en este caso el Cinturón Pacífico. Los participantes deben confrontar los profundos efectos de los desastres y los problemas que se presentan cuando se utiliza información técnica y científica en la toma de decisiones, además, se los introduce en un enfoque encaminado a elaborar consensos, enfatizando el diálogo frontal y la cooperación multinacional cuando se trata de problemas humanitarios y de esfuerzos a largo plazo para reconstruir la infraestructura local y regional.*

*A partir de la simulación Rim Sim se destacan cuatro puntos claves: Efectos profundos de los desastres, rol de la ciencia, negociación multiparticipativa y construcción de las relaciones interpersonales.*

Sr. Mike Ellerbeck

Octubre 2004						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
11	12	13	14	15	16	17
		Reunión del Grupo de Trabajo GEMMA - Huaráz				
18	19	20	21	22	23	24
GEMMA	Reuniones individuales de los países (Ecuador, Perú) Hotel Prince	Reuniones individuales de los países (Argentina, Bolivia, Venezuela) Hotel Prince	Reunión del Grupo de Trabajo Geocientífico 8:30-17:30 Hotel Prince			Reuniones individuales de los países (Chile, Colombia) Hotel Prince
25	26	27	28	29	30	31
Viaje de Campo al área de Matucana, caso de estudio de Comunicación con las Comunidades del PMA:GCA 8:30-18:30	Ejercicio Práctico RimSim (Ver artículo arriba) 8:30-17:30 Hotel Prince Coctél de bienvenida al XII Congreso Geológico Peruano	XII Congreso Geológico Peruano (Stand del PMA:GCA)				

Boletín de noticias del PMA:GCA  
Equipo de producción  
Editor en Jefe: Catherine Hickson  
Personal: Oscar Derrico, Mike Ellerbeck, Sergio Espinosa, Jennifer Getsinger, Reginald Hermanns, Lionel Jackson, Monica Jaramila, Otto Krauth, Paul Rovers, Mark Stasiuk, Malaika Ulmi  
Diseño y arreglos: Loretta Wong  
Traducción: Daniel Rubiolo  
Servicio Geológico de Canadá  
101-605 Robson Street  
Vancouver, B.C.  
V6B 5J3  
Tel: 604.666.0183  
Fax: 604.666.7507  
Email: [map@pma-map.com](mailto:map@pma-map.com)  
Web: [www.pma-map.com](http://www.pma-map.com)  
NRCan / RNCAN  
Financiados por: GIDA / ACDI



Proyecto Multinacional Andino:

# pma:gca

Geociencias para las Comunidades Andinas Octubre 2004 - Vol. 4, No. 7

<http://www.pma-map.com>

## Del escritorio de la gerencia Octubre 2004

El mes de octubre nos tendrá muy atareados con la reunión del Grupo de Trabajo Geocientífico, que se realizará en Lima del 21 al 23 de octubre, esta reunión estará seguida por un viaje de campo y un ejercicio de simulación denominado “Rim Sim”. En este número se incluye la agenda de trabajo, esperamos encontrarnos con muchos de Ustedes en Lima. Por otra parte, probablemente en algún momento durante el mes de noviembre, el Consejo Ejecutivo se reunirá mediante una video conferencia.

En el mes de agosto tuve la oportunidad de asistir al Congreso Geológico Internacional en Florencia, Italia. El lugar hizo que este Congreso sea muy memorable, así también como el hecho que se reunieran 6000 geocientíficos de todo el mundo. El último Congreso se realizó en Río de Janeiro, en el año 2000. En aquella oportunidad el proyecto precedente, PMA, expuso un stand y se pudieron efectuar muchos contactos en la comunidad internacional. En este último congreso fui invitada a participar a una sesión especial organizada para destacar el trabajo de los proyectos internacionales. El PMA:GCA fue uno de los temas en las numerosas presentaciones, las que incluyeron también un panel de discusión. El panel estuvo constituido por el Dr. Irwin Itzkovitch del Servicio Geológico de Canadá, el Dr. Chip Groat, Director del Servicio Geológico de EEUU y Arne Bjorlykke del Servicio Geológico de Noruega. Los tres panelistas discutieron durante una hora algunos principios de los proyectos internacionales y que es lo que contribuye a que estos proyectos funcionen correctamente. Ellos alentaron a una mayor cooperación internacional. Mi presentación fue bien recibida y tuve numerosas preguntas al respecto. Algo muy interesante fue el interés demostrado por países no pertenecientes al PMA:GCA, a fin de colaborar en algún proyecto de estilo similar. Al final de la semana asistí a la reunión de la Asociación Internacional de Servicios Geológicos (ICOGS, sigla en inglés). Esta reunión se desarrolló durante todo un día, incluyó a representantes provenientes de una interesante variedad de Servicios Geológicos de todo el mundo. Quedó en claro que los Servicios Geológicos de todo el mundo estamos confrontando problemas comunes y también se presentaron algunas soluciones innovadoras que algunos de los Servicios están implementando para resolver esos problemas. El Servicio Geológico de Gran Bretaña ha publicado recientemente un libro, al estilo de un atlas “charla de café” que cubre todos los aspectos de su trabajo, escrito en un lenguaje simple. El libro en sí mismo, es colorido, de aspecto atractivo y tuvo buena recepción del público, como también de los miembros del Parlamento, a quienes se les envió una copia, junto con una carta personal destacando las partes donde el libro contiene información que puede interesar a la población de sus distritos. Al final de esta reunión, se formalizó un compromiso para evaluar la factibilidad en crear una asociación formal. Se solicitó que el Dr. Eduardo Zappettini (SEGEMAR, Argentina) representara a América del Sur en el comité ad hoc para crear esta asociación.

Dra. Catherine Hickson

## Arqueología aplicada al estudio de flujos de detritos en Perú



Arqueólogo Julio Colque Tula sostiene un fragmento del contenido del contenedor chicha del año 600 al 800 encontrado en un campo cercano. Manuel Zapata, un oficial civil de Matucana, observa.



Remanentes de un canal de irrigación sepultado por flujo de detritos, ocasionado por las lluvias de El Niño, 1959 y 1983, cerca de las montañas de la villa de Payhua. La escena es reconstruida siguiendo la deposición de flujo de detritos y la falta de fragmentos de alfarería.

El trabajo de campo de investigación sobre la amenaza de flujos de detritos y amenazas de deslizamientos fue concluido en el área piloto de estudio de PMA:GCA Matucana-Quebrada Paihua, en la Provincia de Huarochirí, Perú, Sept. 8-18, 2004 por INGEMMET bajo la dirección de Juan Zegarra Loo. Las operaciones de campo incluyeron la colaboración de Lionel Jackson del Servicio Geológico de Canadá. Una explicación más extensiva del trabajo aparecerá en un próximo boletín. La arqueología probó ser una herramienta valiosa para demostrar la estabilidad a largo plazo de las laderas montañosas en terrazas para la agricultura.

El arqueólogo Julio Colque Tula, Sociedad Científica de Arqueología de Perú, quien colaboró en el campo, descubrió extensas incidencias de fragmentos de contenedores chicha (una cerveza de maíz) del Período Intermedio Tardío (1200 a 1400 años DC) en muchos de los campos en terrazas en la cuenca Quebrada Payhua. Este descubrimiento fue clave para identificar áreas que habían estado libres de deslizamientos y flujo de detritos de entierros en periodos entre 600 a 800 años en el área de estudio. El descubrimiento del señor Colque demuestra cómo el patrimonio histórico y cultural de las comunidades Andinas puede ser aplicado al estudio de amenazas naturales.

Dr. Lionel Jackson

## Geofísica aerotransportada en el mapeo de amenazas geológicas

Las técnicas aeromagnéticas y electromagnéticas aerotransportadas (AEM) resultan de interés en la detección y mapeo de amenazas, pues estas técnicas cuentan con el potencial de mapear eficientemente grandes áreas, donde a menudo su acceso es peligroso o imposible. De todas las técnicas disponibles de sensores remotos, solamente éstas tienen la capacidad de “ver” realmente por debajo de la superficie con la resolución suficiente para el mapeo directo de amenazas. Además, estas técnicas no son afectadas por la vegetación o en el caso del aeromagnetismo por la cobertura de agua.

Las tecnologías de relevamiento magnéticas y electromagnéticas aerotransportadas fueron desarrolladas para la exploración minera en los años '40 y '50. El método electromagnético resultó muy adecuado en las primeras décadas, descubriendo depósitos económicos en Manitota, Ontario y Nueva Brunswick (Canadá). El magnetómetro aerotransportado también tuvo su éxito inicial en el descubrimiento de depósitos minerales. Sin embargo, pronto se observó que las anomalías aeromagnéticas eran muy comunes para que todas se investigaran como posibles depósitos minerales y entonces se consideró el uso principal de los estudios aeromagnéticos como una importante ayuda para el mapeo geológico en la exploración indirecta y para estimar la profundidad y la estructura de las cuencas sedimentarias, de esta forma esta tecnología proporciona valiosa información en la exploración de hidrocarburos. Ambos, aeromagnetismo y AEM han experimentado un desarrollo continuo incluyendo la transición a la tecnología digital en los años '80 y '90. En particular para la AEM, la tecnología digital redujo los tediosos pasos de las primeras décadas, logrando un refinamiento en los métodos de relevamiento. La última década ha visto un incremento en el énfasis de las técnicas geofísicas aerotransportadas para usos ambientales e ingenieriles, incluyendo el mapeo de amenazas.

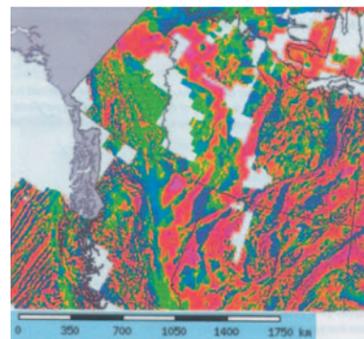


Figura 1. Patrones aeromagnéticos en la Cordillera Canadiense.

Figura 2. Turboavión Cheyenne con gradiómetro.



Las técnicas geofísicas aerotransportadas resultan adecuadas en estudios de amenazas corticales a gran escala, a fin de investigar las causas tectónicas de dichas amenazas (técnicas aeromagnéticas y gravimétricas), para el mapeo detallado de fallas, de movimientos en masa y de depósitos arcillosos (técnicas aeromagnéticas, AEM). Su uso en el trabajo a gran escala está bien documentado, como por ejemplo, el mapeo estructural de la Cordillera Canadiense en base a técnicas aeromagnéticas realizado por el centro de datos geofísicos del Servicio Geológico de Canadá (Fig. 1). En este artículo, se discutirá por lo tanto solamente el uso directo de AEM detallado y de relevamientos aeromagnéticos para el mapeo detallado de amenazas. Se describirá más abajo la base teórica de cada método, seguida por algunos ejemplos seleccionados, aplicados exitosamente.

Los estudios aeromagnéticos miden el campo de anomalía magnética debido a la magnetización de los materiales corticales. Para que una anomalía sea generada en el campo total debe existir un contraste de magnetización, generalmente en el contacto entre dos materiales de diferente magnetización. En el caso de una falla, esto podría deberse a materiales contrastantes en cualquiera de sus bloques o al rechazo vertical de la falla en una capa magnetizada. Para los estudios detallados, el gradiente horizontal y/o vertical del campo magnético total a menudo también se mide mediante el aumento de gradientes de resolución disponible y de su impenetrabilidad a las variaciones de tiempo en el campo terrestre. En la Fig. 2 se muestra la instalación fija en el ala en modo de gradiómetro. Para los suelos y las rocas sedimentarias, la magnetización queda inducida por sobre todo y en la misma dirección que (u opuesta) al campo terrestre. K es la constante de proporcionalidad y se llama susceptibilidad magnética del material,



Figura 3. Sistema aeromagnético montado en un helicóptero.

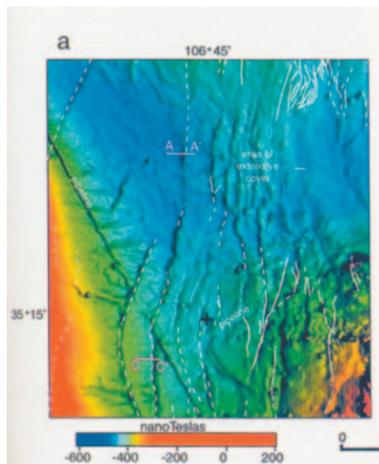


Figura 4. Mapeo de fallas en la cuenca sedimentaria de Albuquerque, Nuevo México (tomado de Grauch et al., 2001).

por lo tanto, un contraste en K dará lugar a una anomalía. Los estudios de modelado simples demuestran que los rangos de susceptibilidad de suelos y de rocas sedimentarias pueden ser suficientes para producir anomalías perceptibles a bajas alturas de estudio. Un excelente ejemplo se demuestra en la Fig. 4, según Grauch et al. (2001) para un estudio de alta resolución emprendido para el mapeo de fallas en cuencas sedimentarias en Nuevo México. En la Fig. 5 se muestra a modo de perfil el rechazo de la falla interpretada y sus susceptibilidades asociadas. En este caso se encontró que las fallas trazadas en los mapas aeromagnéticos conectaban localizaciones aisladas con evidencias de fallas en superficie y también indicaban fallas donde las mismas se encontraban cubiertas por depósitos modernos. A las mismas conclusiones se pudo llegar en el reciente estudio del relevamiento aeromagnético/espectrométrico del PMA en Bolivia/ Chile y Perú. Aquí, los datos aeromagnéticos, muestran en el sector NE del área de estudio una disminución repentina de la magnitud de la anomalía, según se muestra en la Fig. 6. Esto sugiere un sistema conectado de fallas con un importante rechazo vertical. El mapa metalogénico producido por el PMA (Proyecto Multinacional Andino, 2001) muestra sólo una red de fallas desconectadas. Una determinada cantidad de depósitos minerales parecen estar asociados a esta estructura.

Los sistemas AEM miden el campo electromagnético secundario de las corrientes inducidas en fuentes conductivas; tanto a partir de fuentes primarias activas en donde el campo primario es generado por el mismo sistema o las fuentes pasivas que utilizan los medios existentes naturales o hechos por el hombre (es decir tormentas a lo largo del planeta). Las técnicas de fuente activa se pueden clasificar como tiempo dominante o frecuencia dominante. Los sistemas de frecuencia dominantes son los que funcionan en un número de frecuencias discretas con una combinación de bobinas coaxiales y coplanarias transmisoras y receptoras. La configuración de la bobina se diseña para maximizar respuestas de geometrías específicas tales como conductores verticales o superficies horizontales. Los sistemas tiempo-dominio utilizan una señal primaria interrumpida y miden la señal que decae de las corrientes inducidas en intervalos de tiempo específicos (canales) durante la finalización del ciclo. Los sistemas de frecuencia- dominio de uso común se montan sobre una estructura rígida que queda suspendida por debajo de un helicóptero, mientras que las técnicas del dominio temporal se fijan adosadas a las alas del avión. No obstante, los sistemas de tiempo- dominio para helicópteros no están todavía en oferta o aún están en desarrollo (un helicóptero para transporte de AEM se refiere comúnmente como HEM). En la Fig. 3 se muestra un típico sistema HEM. Los sistemas AEM fueron desarrollados primeramente para detectar conductores aislados discretos (es decir cuerpos minerales de sulfuros masivos), no obstante su uso ha evolucionado para incluir la cartografía de conductividad, con un enfoque apropiado para el mapeo de amenazas. La penetración en profundidad de las ondas electromagnéticas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del producto de la frecuencia por la conductividad. Así, frecuencias más bajas tienen mayor penetración en profundidad que las frecuencias más altas. Así, usando diversas frecuencias (generalmente cinco) se puede calcular la conductividad de un medio espacial o de un modelo de dos capas. La conductividad calculada para frecuencias más bajas se puede deducir incluyendo la contribución de un material más profundo con frecuencias más altas que el modelo calculado correspondientemente. Por lo tanto se puede mapear la conductividad en direcciones horizontales y verticales. Para los sistemas de dominio temporal, los últimos canales corresponden a frecuencias más bajas y por lo tanto a mayores profundidades, mientras que los primeros canales corresponden a profundidades

someras. El grado real de la penetración en tierra para un sistema dado depende de la energía del transmisor, de la geometría y de otros parámetros del sistema. No obstante los sistemas de dominio de frecuencia se limitan generalmente a cientos de metros, dependiendo de la conductividad. Los sistemas del dominio temporal tienden a tener una penetración más profunda pero a expensas de la resolución. Un buen ejemplo de un relevamiento AEM aplicado a la detección de amenazas es el estudio aeromagnético y electromagnético desde un helicóptero utilizado para mapear las zonas potenciales de colapso catastrófico causadas por rocas con alteración hidrotermal en el Mt. Rainier, EEUU (Rystrom et al, 2000). Para mapear la resistividad de la montaña se utilizó allí cuatro frecuencias. Las Fig. 7a y b muestran los resultados de bobinas de 4341Hz y 837Hz, respectivamente. El último se puede considerar que alcanza aproximadamente dos veces la penetración de la profundidad y por lo tanto el mapeo de resistividad se puede considerar resultante de capas más profundas (nótese que aquí se utiliza la resistividad, i.e. inversa de la conductividad). Un ejemplo de estudios AEM en mapeo se da en Konishi (1998).

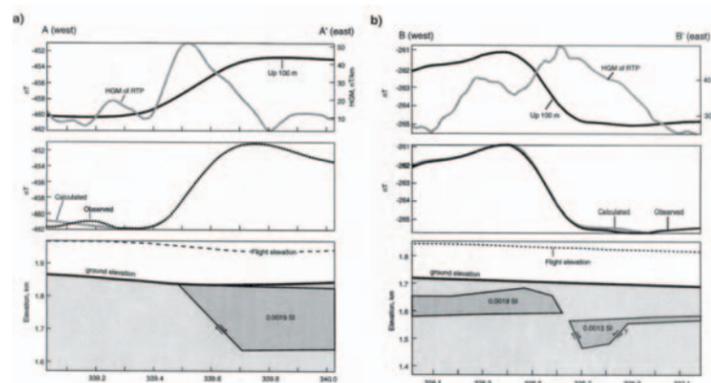


Figura 5. Ejemplos de anomalías e interpretación de modelos magnéticos (tomado de Grauch et al., 2001).

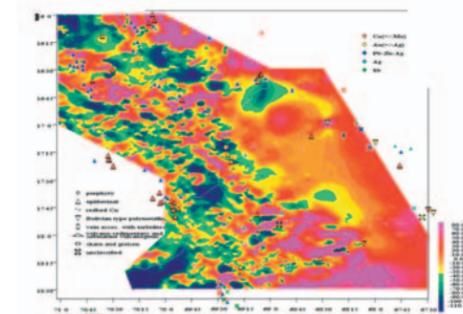


Figura 6. Levantamiento aeromagnético en Bolivia/ Chile /Perú (Proyecto Multinacional Andino) mostrando fallas profundas inferidas en el sector noroeste.

En contraste con los sistemas activos, los sistemas pasivos de AEM utilizan como fuente campos EM generados para otros propósitos, ya sea naturalmente existentes o generados por el hombre y miden el campo anómalo proveniente de los conductores cercanos a la superficie. Son muy rentables como una técnica adicional, ya sea en los estudios aeromagnéticos o activos de AEM. Los sistemas de VLF-EM miden el campo anómalo causado por la transmisión proveniente de la red global de estaciones de Muy Baja Frecuencia (VLF) establecidas para las comunicaciones submarinas y desarrollada por la marina de los Estados Unidos. Estos sistemas fueron incluidos en los paquetes geofísicos de ambos, como el gradiómetro aeromagnético Queenair y el avión espectrómetro /magnético Skyvan. Aunque las frecuencias en el rango de 15-30 kHz son bastante altas para los sistemas de AEM y por lo tanto la penetración es baja, se encontró que los datos medidos proporcionaban información útil en fuentes culturales así también como para fallas someras, en particular aquellas con niveles de grafito o arcillas conductoras. El campo inducido es dependiente del ángulo entre la penetración del conductor y la dirección de la estación transmisoras, que es máxima cuando se encuentran en línea, así dos estaciones ortogonales se utilizan para medir el campo anómalo debido a conductores cercanos a la superficie, sin importar la orientación. Un excelente ejemplo de un estudio con VLF-EM se explica en Telford et al.(1976). El estudio fue realizado para mapear fallas próximas a la superficie en una comarca susceptible a movimientos en masa cercana a Ottawa, Canadá (Fig. 8). Aunque se trató en realidad de un estudio de suelo, los resultados fueron absolutamente acertados y los principios son los mismos para los instrumentos aerotransportados.

Conclusiones:

Los estudios aeromagnéticos y de AEM proporcionan una herramienta de gran alcance potencial para mapeos de amenazas subsuperficiales, no posibles de detectar mediante otra tecnología de relevamiento o de sensores remotos a excepción de la geofísica en terreno.

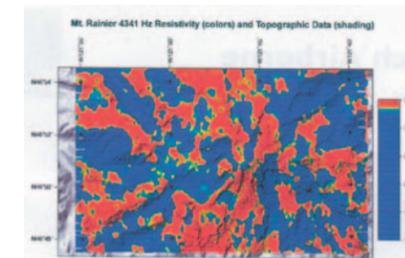


Figura 7a. Resistividad EM en el Mte. Rainier, calculada a partir de 837 Hz (tomado de Rystrom et al., 2000).

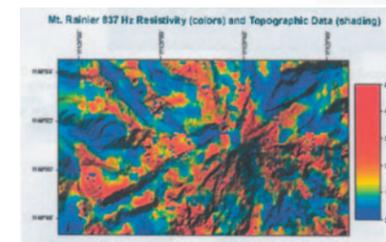


Figura 7b. Resistividad EM en el Mte. Rainier, calculada a partir de 4341 Hz (tomado de Rystrom et al., 2000).

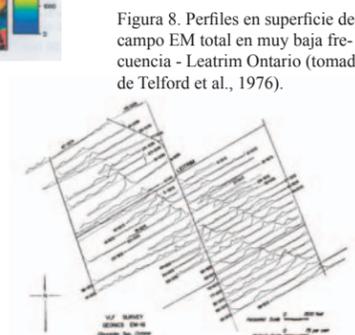


Figura 8. Perfiles en superficie del campo EM total en muy baja frecuencia - Leatrim Ontario (tomado de Telford et al., 1976).

Tienen una aplicación obvia, donde sea necesario cubrir grandes áreas de una forma relativamente económica, donde es imposible o peligroso el acceso en terreno y donde la cubierta vegetal inhibiría otras técnicas de teledetección. Particularmente, con estudios sobre AEM se desea, en lo posible, realizar investigaciones sobre el suelo, antes de un estudio aerotransportado, a fin de asegurarse que las condiciones sean apropiadas y que las frecuencias seleccionadas sean las óptimas. Los métodos de interpretación apropiados para estos objetivos se han desarrollado y continúan siendo un tema de continua investigación de los datos aeromagnéticos y de AEM. La investigación adicional, que incluye estudio de ensayos, podría realzar mucho más la utilidad de las técnicas para esta aplicación. Además, un enfoque muy rentable sería reexaminar los estudios existentes, muchos provenientes de la exploración minera, pero esta vez desde la perspectiva del mapeo de amenazas.

En este breve artículo no es posible desarrollar con justicia todos los sistemas que se han desarrollado para el estudio por AEM y sus capacidades. También han debido necesariamente simplificarse las causas físicas del aeromagnetismo y de AEM. Se invita al lector interesado a consultar las referencias proporcionadas más abajo y aún más importante, consultar los sitios-web de fabricantes y quienes proporcionan servicios geofísicos a fin de obtener los detalles más recientes en sistemas y casos históricos disponibles.

Para los fundamentos de las técnicas geofísicas básicas, se considera como excelentes referencias a Lowe et al. (1999) y Best (1992). Una revisión completa de los métodos geofísicos aerotransportados, incluyendo VLF-EM está disponible en el sitio-web de geoexplt Ltda., www.geoexplt.com.

Dr. Dennis Teskey

Referencias:

- Best, M.E.,1992,Resistivity Mapping and Electromagnetic Imaging, GAC Short Course Notes Vol 10
- Grauch, V.J.S., Hudson, M.R., Minor, S.A., 2001, Aeromagnetic Expression of Faults that offset Basin Fill, Albuquerque Basin, New Mexico, Geophysics v 66, no. 3, pp 707-720.
- Konishi,N,1998, Landslide Surveys in Tertiary Soft Rocks using HEM, Proceeding of AEM98, in International conference on Airborne Electromagnetics, Australian Society of Exploration Geophysics, Exploration Geophysics 29 1&2.
- Lowe,C.,Thomas,M.,Morris,W., 1999, Geophysics in Mineral Exploration: Fundamentals and Case Histories, Geological Association of Canada Short course Notes Volume 14.
- Proyecto Multinacional Andean, 2001 Mapa Metalogénico de la Region Fronteriza Entre Argentina, Bolivia,Chile y Peru, Publicacion Geologica Multinacional no.2
- Rystrom,V., Finn,C., Descsz-Pan,M.,2000, High Resolution, Low altitude Aeromagnetic and Electromagnetic Survey of Mt. Rainier, USGS, Open file Report 00-0027.
- Telford, M., King, W., Becker, A.,1976, VLF Mapping of Geological Structure, GSC paper 76-25.
- Urquardt T., 2004,Airborne Geophysical Workshop. Geoexplt Ltda, www.geoexplt.com