

Una interesante oportunidad de trabajo conjunto sobre geoamenazas ha surgido entre el PMA:GCA y el Proyecto "Pathways" (camino). Se trata de un nuevo proyecto del Sector de Ciencias de la Tierra del Ministerio de Recursos Naturales de Canadá. El PMA:GCA participó en la reunión inaugural del proyecto "Pathways" a fin de identificar actividades y determinar iniciativas comunes de investigación.

**Cruzando "camino" para avanzar en el estudio de Geoamenazas.**

"Pathways" es un proyecto de tres años de duración que se desarrolla entre Geomática y el Servicio Geológico de Canadá. Este proyecto es parte del programa de desarrollo sustentable e integración del conocimiento (SDKI). "Pathways" trabaja sobre la base de ontologías del conocimiento y del sistema de apoyo para las decisiones (DSS de sus siglas en inglés). El mismo ayudará a traducir la información geocientífica a una forma que sea compatible con el modelo de sostenibilidad, planificación

y la estructura sobre la cual se toman las decisiones. Como parte de este proceso, el personal del PMA:GCA trabajará con colegas del ámbito geocientífico a fin de desarrollar componentes de modelos para proyecciones a futuro en amenazas geológicas e hidrología subterránea. De esta forma, se brindará el soporte estructural para la toma de decisiones en el manejo de los recursos, aplicables a la seguridad pública y a problemas de escasez de agua.

Si bien los resultados del PMA:GCA (focalizado en amenazas geológicas) y del proyecto "Pathways" (focalizado al desarrollo sostenible) son totalmente diferentes, sus componentes científicos y tecnológicos se complementan. En consecuencia, los proyectos combinarán actividades y experiencias disponibles en el trabajo en común. Algunos resultados, que se esperan de esta colaboración, incluyen el desarrollo de ontologías para geoamenazas, como también una evaluación de las metodologías para elaborar modelos de amenazas. Desde un punto de vista técnico, se espera que el equipo de GeoSemántica coordinará el desarrollo del sistema tecnológico (incluyendo servicios de distribución en la red y estructuras del conocimiento) en un esfuerzo de adecuar los requisitos de diseño en la colaboración. La colaboración PMA:GCA / Pathways brinda un importante potencial de sinergias para la investigación de amenazas en los países miembros del PMA:GCA y casos de estudios del proyecto Pathways en Canadá.

Geógr. Shannon Denny

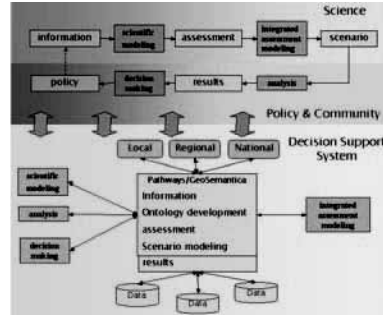


Diagrama de flujo del proyecto "Pathways"

*Avance del Proyecto: Geoindicadores - Continuación de la página anterior.*

El objetivo de este proyecto en INGEOMINAS es generar conocimiento y proveer información sobre los efectos geoambientales que producen las actividades antrópicas asociadas con el aprovechamiento del subsuelo o que pueden ocasionar sobre el mismo. Sus resultados brindan información útil en la gestión del riesgo, el ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo urbano.

El equipo del proyecto en INGEOMINAS está conformado por los geólogos Rosalbina Pérez y John J. Encinales; el ing. Gustavo Neira y el ecólogo Eduardo Chililo. El grupo está liderado por el Ing. Amílcar Valencia, MSc en Ingeniería y Prevención Ambiental, quien ha realizado proyectos de investigación relacionados con la evaluación de la vulnerabilidad, los escenarios de riesgo y con la inclusión de los aspectos geoambientales en la toma de decisiones. Valencia es coautor de la obra "Evaluación del Riesgo por Fenómenos de Remoción en Masa - Guía Metodológica" producida por el INGEOMINAS y coeditada por la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Para lograr los objetivos de este proyecto, INGEOMINAS ha considerado apropiada la aplicación de geoindicadores, por lo cual solicitó la asesoría del experto en geoindicadores Dr. Antony Berger. Berger se ha desempeñado como profesor universitario (en Toronto y Terranova, Canadá y en Sri Lanka), también como editor (Servicio Geológico de Canadá) y actualmente es consultor independiente y codirector de la Iniciativa sobre Geoindicadores de la IUGS, Unión Internacional de Ciencias Geológicas.

**Geoindicadores**

De acuerdo a la IUGS "los geoindicadores son medidas (magnitudes, frecuencias, tasas y/o tendencias) de fenómenos y procesos geológicos que ocurren próximo o en la superficie terrestre y que están sujetos a variaciones lo suficientemente significativas como para comprender cambios ambientales producidos durante períodos de hasta 100 años. Los geoindicadores indican eventos tanto catastróficos como graduales, siempre y cuando éstos se produzcan dentro del marco del período de la vida humana. El concepto de geoindicadores en sí no es Nuevo; los mismos se basan en métodos estandarizados y procedimientos de monitoreo. Lo novedoso en sí, es el intento de ponerlos en un marco conceptual común y señalar su importancia en evaluaciones ambientales para un público no-geológico."

A partir de la asesoría brindada por el Dr Berger se sugiere usar nueve geoindicadores para el proyecto de INGEOMINAS, entre ellos: movimientos en masa, erosión de suelos y sedimentos, caudal de ríos, morfología del cauce y acumulación de la

carga sedimentaria. Estos tipos de indicadores describen procesos naturales capaces de cambiar por sí solos, sin necesidad de la intervención antrópica, pero en el proyecto de INGEOMINAS se considera que la actividad humana (minería principalmente) puede acelerar, retardar o desviar dichos cambios.

El grupo de trabajo de INGEOMINAS estará dedicado en los próximos meses al desarrollo, identificación y estandarización de técnicas de geología, geoquímica, geomorfología, geofísica, hidrología y otras ciencias de la tierra para la aplicación de estos geoindicadores en la zona piloto del proyecto.

Geól. Mónica Jaramillo

**Referencias:**

Berger. A.R & W.J. Lams (eds) 1996. Geoindicators-Assesing Rapid Environmental Changes in Earth Systems. Rotterdam: A.A.Balkema, 466p.

**Actividades del Dr. Espinosa**

Posterior al taller de Sensores Remotos del 23 al 27 de junio en Santiago de Chile, Sergio Espinosa visitó instituciones sismológicas de algunos países miembros del PMA:GCA a fin de entablar una cooperación horizontal entre estos centros sismológicos y el Servicio Geológico de cada país. En particular se visitó el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) en San Juan, Argentina; el Instituto Geofísico del Perú (IGP) en Lima, Perú y el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional en Quito, Ecuador (IGEPN). Las amenazas naturales, como por ejemplo los deslizamientos causados por eventos sísmicos o por lluvias extremas, tienen que ser estudiadas con un espíritu de equipo multidisciplinario e interinstitucional.

Dr. Sergio Espinosa

# PMA GCA



Boletín Informativo Interno del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas  
Vancouver, Canadá, agosto 2003 [www.pma-map.com](http://www.pma-map.com) Vol. 3 - No. 5

**Del escritorio de la Gerencia**

*Agosto 2003*

Aquí, en Canadá, el mes de julio es pleno verano. A pesar que tradicionalmente muchos canadienses están de vacaciones, la mayoría del personal del PMA:GCA permaneció cerca de casa este año. Este ha sido un mes para ponerse al día y empezar a trabajar en los temas apuntados por el Grupo de Trabajo de Geociencias y de GeoSemántica en Santiago, el mes anterior. El informe financiero y de avances del primer trimestre (abril – mayo – junio) se finalizará a fin de mes y estará en los escritorios de cada país a mediados de agosto. El Dr. Mark Stasiuk representó al PMA:GCA en la conferencia "Cities on Volcanoes" en Hilo (Hawaii) e informó que fue una excelente conferencia internacional, donde se pudo observar los avances alcanzados en la elaboración de modelos para la simulación de amenazas. Stasiuk presentará un informe completo en el boletín de noticias del próximo mes. La Geól. Mónica Jaramillo se encuentra en Colombia con el consultor Dr. Tony Berger con el tema de Geoindicadores (un método para clasificar paisajes y procesos naturales). Los colombianos celebran el Congreso Geológico

Nacional en Medellín (IX Congreso Colombiano de Geología), en tanto que los Drs. Hugo Moreno, Jorge Frutos y Jorge Muñoz, de Chile, también asisten al congreso colombiano con apoyo de fondos suplementarios para viajes del PMA:GCA. Por otra parte, los ecuatorianos y los peruanos se



\*\*\*  
"Revisen la página web! Fue actualizada...Verán que hay más información de las diferentes áreas del proyecto."  
\*\*\*

página web! (<http://www.pma-map.com>), que fue actualizada con nuevo material recibido durante la primera parte del año. Verán que hay más información de las diferentes áreas del proyecto (se espera seguir actualizándola pronto). El Sr. Mike Ellerbeck estará de vacaciones durante el mes de agosto, así que por favor, tengan en cuenta dirigir sus requerimientos a otra persona durante este periodo. También queremos dar la bienvenida al Ing. Jebner Zambrana, quien ha regresado al trabajo en el SERGEOMIN en Bolivia.

Se recuerda a cada país accionar sobre los puntos tratados en las reuniones de junio del Grupo de Trabajo de Geociencias y GeoSemántica. Por favor, revisen las actas del temario a fin de observar las actividades necesarias a realizar y las fechas límites de reporte.

Dr. Catherine Hickson

**Próximas Reuniones**

La próxima reunión de Grupo de Trabajo de Geociencias se desarrollará en octubre del 2003 en Mendoza (Argentina), en forma previa a las sesiones del Consejo Ejecutivo del PMA:GCA.

Grupo de Trabajo de Geociencias: 11 y 12 de octubre  
Consejo Ejecutivo: 13 al 15 de octubre  
GeoSemántica: 13 al 17 de octubre  
Talleres (las fechas definitivas aparecerán en el boletín de noticias PMA:GCA de septiembre): Aster - 2 días  
InSAR - 3 días  
Flow-2D y DAN-W - 3 días

Aunque faltan aún dos meses para octubre, hay mucho que hacer en lo que respecta a la preparación de las reuniones. Se urge a todos los participantes del Grupo de Trabajo de Geociencias y de GeoSemántica a revisar lo acordado en las reuniones en Santiago a fin de evitar confusiones respecto a lo que se necesita aportar a estas reuniones. Para cualquier consulta, por favor contactarse con los coordinadores de cada subproyecto.

Grupo de Trabajo de Geociencias: Roberto Page: [ropage@minproduccion.gov.ar](mailto:ropage@minproduccion.gov.ar) y Catherine Hickson: [chickson@nrca.gc.ca](mailto:chickson@nrca.gc.ca)  
GeoSemántica: Otto Krauth: [okrauth@nrca.gc.ca](mailto:okrauth@nrca.gc.ca)  
Estandarización de la terminología: Mónica Jaramillo: [mjaramillo@nrca.gc.ca](mailto:mjaramillo@nrca.gc.ca)  
Comunicaciones a la Comunidad: Mike Ellerbeck: [mellerbe@nrca.gc.ca](mailto:mellerbe@nrca.gc.ca)  
Modelos de Amenazas: Mark Stasiuk: [mstasiuk@nrca.gc.ca](mailto:mstasiuk@nrca.gc.ca)  
Sensores remotos: Sergio Espinosa: [sespinosa@nrca.gc.ca](mailto:sespinosa@nrca.gc.ca)

Temas sugeridos para las sesiones del Consejo Ejecutivo del PMA:GCA:  
Avance del Proyecto  
Informe Financiero  
MAPAS  
Nuevo Módulo de indicadores verificables en MAPAS  
Formato Estandarizado del Plan de Trabajo  
Presentación del acuerdo del GTG en Santiago  
Presentación del acuerdo de GeoSemántica en Santiago  
Avances del Proyecto en cada país  
Panel para la Revisión Internacional del Proyecto  
Productos multinacionales  
Series de Publicación multinacionales  
Trabajo en común  
Relaciones extra-Institucionales  
Memorandos de Acuerdos Multilaterales  
Elaboración de Modelos para Procesos de Amenazas  
Equipamiento de uso común  
Discusión del Informe sobre Gerenciamiento de Emergencias  
Certificación ISO 9003 para materiales de referencia geoquímicos

Por favor, enviar cualquier sugerencia para el temario de las reuniones a Mike Ellerbeck: [mellerbe@nrca.gc.ca](mailto:mellerbe@nrca.gc.ca).  
Sr. Mike Ellerbeck

## Bolivia – Procesos de remoción en masa a escala nacional

### *La Avalancha de Rocas de Chima*

El 31 de marzo de 2003, aproximadamente a las 10 hs de la mañana, una gran porción de la ladera norte de Cerro Puca Loma, un cerro que se levanta frente al poblado de Chima, se desprendió cuesta abajo desde el área de la cumbre. La energía del colapso causó la desintegración de los conglomerados terciarios, pobremente cementados, que se abalanzaron posteriormente hacia la cooperativa de explotación minera de Chima en el valle del río Tipuani, a 280 kilómetros vía La Paz. Centenares de viviendas fueron destruidas y perdieron la vida 69 personas.

Supe de la catástrofe por el informativo de noticias y horas después la Dra. Hickson se contactó conmigo para preguntarme si podía brindar apoyo al SERGEOMIN (Servicio de Geología y Minería de Bolivia) a fin de determinar las causas del movimiento en masa y buscar soluciones para evitar desastres similares en el futuro. El 3 de abril volé a la Paz donde el Director de SERGEOMIN, el Ing.

*“Centenares de vividendas fueron destruidas y perdieron la vida 69 personas.”*

Jebner Zembrana, me recibió cordialmente. Junto con el personal del SERGEOMIN organizamos el viaje de campo a Chima. El viaje de 280 kilómetros por camino carretero conduce sobre un paso de 5000 m cruzando la Cordillera Real, para luego bajar hasta 400 m en Las Yungas. La ruta es difícil y peligrosa pero afortunadamente, se está construyendo un nuevo camino y solo falta completar un túnel para habilitar el tráfico de vehículos comerciales. Nos permitieron utilizar dicho túnel, ahorrándonos tiempo. La carretera nos condujo a Caranavi, Guanay, Tipuani y finalmente Chima el donde llegamos al día siguiente. A cargo del trabajo de campo del SERGEOMIN estaban los ingenieros Miguel Blacutt, Andrés Cazas, Iris Galarza, Juan Carlos y Nilo Terán.

Chima era un lugar de destrucción. El movimiento en masa había borrado totalmente la parte oriental del pueblo y solamente por fortuna no había afectado el centro del poblado. Hasta ese momento habían desenterrado 24 cadáveres para sepultarlos posteriormente. El resto de las víctimas

### *Soluciones - La Paz – Ciudad de procesos de remoción en masa*

No hay soluciones fáciles al problema de remociones en masa de La Paz. Algunas organizaciones, tales como el BRGM de Francia, la GTZ alemana y la agencia japonesa para el desarrollo JICA, han realizado proyectos para prevenir el riesgo excesivo por remoción en masa o inundación. Aunque estos proyectos son parcialmente apropiados, los mismos tienen una duración limitada y si sus recomendaciones no se continúan, queda restringido su beneficio a la sociedad. Pues es de máxima importancia poder disponer de los expertos locales en movimientos en masa que puedan crear una base de datos de gran alcance para todos los procesos de remoción en masa en el conurbano paceño. Ellos pueden equipar, monitorear y analizar

quedará bajo los escombros de la avalancha. Varias organizaciones de auxilio humanitario estaban en el lugar para dar ayuda a los sobrevivientes con agua potable, alimentos, carpas, mantas, palas y otros artículos necesarios. El trabajo en terreno se realizó en tres grupos: un grupo para entrevistar a los testigos presenciales, otro para toma muestras para análisis de roca y suelo y un tercer grupo para investigar el área que originó el movimiento en masa. Al mismo tiempo se elaboraba un levantamiento topográfico del lugar donde ocurrió el proceso de remoción en masa.

El Cerro Puca Loma fue explotado por oro desde tiempos incaicos y posteriormente por los españoles. Se habían construido pequeños conductos de desagüe para desviar el agua de vertientes cercanas hacia el área de la cumbre del cerro, donde los mineros entonces utilizaban la fuerza erosiva del agua para disgregar la roca conglomerádica poco cementada y batear el material. La explotación

aurífera por sistema hidráulico se ha utilizado en todo el mundo. Las fosas de drenaje de 5 a 10 m de profundidad se utilizaron como túneles para localizar los bolsones auríferos y remover el material del cerro y transportar al lugar de lavado. Dos secuencias conglomerádicas de edad Terciaria yacen discordantemente sobre rocas del basamento ordovícico, que buzcan con alto ángulo en el mismo sentido que la ladera hacia Chima; un plano de potencial deslizamiento. El agua que ingresa a través de los socavones descritos arriba intercepta esta capa en gran parte impermeable y causando zonas con elevada presión de agua en sus poros a lo largo de la superficie de discontinuidad con la roca ordovícica. Junto con una falta de control en la explotación, el factor de seguridad de la ladera alcanzó un valor cercano a la unidad. La prolongada intensidad de lluvias en las semanas anteriores al desastre generó finalmente las condiciones iniciales para el movimiento en masa. Un aumento de caída de rocas, en las horas previas al desastre, habría sido la señal de inestabilidad inminente, pero nadie la reconoció como tal.

procesos individuales de remoción en masa y están familiarizados con técnicas de prevención o de reducción los daños al mínimo de los movimientos en masa. Por supuesto, la formación de tal grupo es un desafío para un país que lamentablemente carece de recursos para los trabajos públicos. Es por lo tanto necesario solicitar recursos de acuerdo a la oferta de la comunidad internacional. El PMA:GCA intenta formar tal grupo, que podrá en última instancia identificar, supervisar, analizar y paliar los procesos de remoción del cono urbano de La Paz y otras partes en Bolivia. El intercambio de información comenzó en abril por un curso de una semana dictado por mí (Matthias Jakob) al personal de SERGEOMIN, a consultores, a profesores universitarios, al personal

La explotación minera por sistema hidráulico se practica en todo el valle del río Tipuani y probablemente continúa siendo responsable del 90% o más de todos los procesos de remoción en masa más importantes en el área. Incluso en áreas sin asentamientos poblacionales, los efectos secundarios de los movimientos en masa pueden ser devastadores. Aguas arriba de Chima, las cuevas de las laderas del valle son muy escarpadas y el río Tipuani se encajona profundamente en una corriente muy estrecha.

Los procesos de remoción en masa que alcancen al río podrían obturar fácilmente la corriente, causando inundaciones repentinas, que pueden exceder a aquellas generadas por las lluvias. Según testigos presenciales, tales procesos han ocurrido numerosos veces en el río Tipuani y han causado severos daños de inundación en el pueblo de Chima.

La avalancha de rocas de marzo de 2003 no fue la primera que ocurrió en Chima. En 1953 otros procesos de remoción en masa mataron docenas de personas, si bien el número exacto es desconocido. Esta catástrofe pronto fue olvidada y el área afectada fue nuevamente ocupada de manera incontrolable.

De regreso a La Paz, se tuvo que escribir rápidamente un informe para el gobierno local. Se debía tomar una decisión en cuanto al destino de la parte restante de Chima, donde habitan 2000 personas. El trabajo de campo y las proyecciones a futuro preliminares para el alcance del proceso demostraron que la mayor parte de Chima todavía estaba en una zona de alta amenaza. Los sistemas de alerta temprana se consideraron no fiables y la estabilización de las rocas de ladera era una tarea demasiado onerosa y laboriosa. La única opción razonable era recomendar la relocalización completa de Chima. Este plan fue adoptado posteriormente por el gobierno local, que quedó satisfecho con el detalle y extensión del informe del SERGEOMIN. Actualmente, se está trabajando en determinar un lugar seguro para la relocalización de Chima.

del Instituto Geográfico Militar y otros. Los temas cubrieron terminología y reconocimiento de movimientos en masa, mapeo de amenazas, monitoreo e instrumentación, inundaciones y análisis de la inundación por rotura de presas, sus causas y las consecuencias de la desertificación. Junto con una transferencia del conocimiento, SERGEOMIN requiere el hardware, software e instrumentación para el monitoreo in situ. Al mismo tiempo, las técnicas de teledetección tales como InSAR pueden considerarse como parte del objetivo del PMA:GCA. Así como identificar los movimientos de laderas a una escala regional, apoyar y financiar la instrumentación in situ. El sector de Llojeta se ha seleccionado como el área experimental en La Paz que servirá también

### *La Paz – Ciudad de procesos de remoción en masa*

Posterior a escribir y presentar el informe al gobierno local y a los medios nacionales, el trabajo se focalizó en las tareas iniciales del proyecto PMA:GCA. Así, se puso mucho énfasis en aspectos de amenazas de remoción en masa en la ciudad capital. La Paz fue fundada en el fondo de un gran anfiteatro natural, rodeada en sus tres lados por el Altiplano, una meseta de gran altura con poca vegetación que se ubica entre Chile, Bolivia, Perú y Argentina (también conocida como Puna). Para comprender la geomorfología de La Paz se requiere el conocimiento de la historia Cuaternaria de esta parte del Altiplano. En numerosas glaciaciones, las montañas circundantes estuvieron parcialmente afectadas por glaciares. Los glaciares de la Cordillera Real se extendieron próximos a La Paz. A partir de la fusión de los hielos se depositaron potentes secuencias de sedimentos fluviales. Por lo tanto, los sedimentos glaci-fluviales predominan en la estratigrafía de La Paz. El avance de los glaciares y los procesos de remoción en masa a lo largo del curso inferior del río La Paz taponaron ocasionalmente la corriente causando extensos depósitos lagunares con sedimentos limosos y arcillosos finamente laminados. Hace aproximadamente 8000 años, un gigantesco flujo de tierra se separó del borde sur del anfiteatro de la Paz y depositó sedimentos de grano fino a lo largo de kilómetros por el río La Paz.

La Paz continuó creciendo constantemente. En la década de los años 40, las áreas más planas del valle de La Paz ya estaban ocupadas y el aumento de la densidad demográfica hizo que la construcción urbana avanzara sobre las laderas escarpadas que forman el “tazón” de La Paz. Consecuencia de esto resultó el sellado del suelo, cambiando su permeabilidad, perturbando la morfología natural de la ladera y el drenaje superficial. La Paz está situada en la vertiente occidental de la Cordillera Real, que recibe mucho menos precipitaciones que la vertiente oriental, esta última afectada por tormentas de lluvias estacionales subtropicales. En la vertiente poco lluviosa (sombra pluviométrica), La Paz alcanza un promedio de solo 570 milímetros de precipitación al año, en comparación a la otra vertiente en Las Yungas con 630 milímetros. Por lo tanto, la vegetación en el área de La Paz está subordinada a suelos pobremente desarrollados. Cualquier ingreso adicional de agua más allá de los niveles naturales perturba fácilmente la estabilidad de la ladera. Corrosiones

para la investigación futura.

Otra tarea urgente es establecer los umbrales hidroclimáticos que inician los procesos de remoción en masa. Esta tarea requerirá el trabajo común con SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia. Estos umbrales se basan en antecedentes de índices pluviométricos, intensidad de precipitación y flujo laminar. Se podría entonces combinar con observaciones en tiempo real, a partir de imágenes satelitales o de radar Doppler, para identificar células de precipitaciones de alta intensidad. El alerta podría darse a conocer en caso que el umbral y el movimiento en masa sea inminente. El alarma podría transmitirse por televisión, radio,

y pérdidas en las redes cloacales pueden causar fácilmente procesos de escurrimiento, saturación local del suelo y un aumento en la presión de agua en los poros que pueden conducir a un fenómeno de remoción en masa. Lamentablemente, las normas de construcción, la inspección y la aplicación del código de construcción en laderas son inexistentes o no se sigue con frecuencia. Por consiguiente, se construye en áreas totalmente inadecuadas para el desarrollo urbano y conforme a amenazas y a riesgos crecientes de movimientos en masa. La carencia de un marco legislativo se combina con un escaso sistema de alcantarillas urbanas y bocas de tormentas parcialmente inexistentes, según lo evidenciado en febrero del 2002 cuando los aguaceros y granizadas torrenciales causaron la obstrucción de alcantarillas y convirtieron el Paseo del Prado, calle principal de La Paz, en un río furioso. En este evento fallecieron aproximadamente 80 personas en el casco céntrico de La Paz.

Ciertas regiones de La Paz están construidas sobre antiguos depósitos de remoción en masa, los que se remobilizan ocasionalmente por excesivas lluvias o por la actividad humana. En los años 2002 y 2003, dos grandes flujos de tierra se originaron cerca del borde de la meseta altiplánica, en un lugar donde Ciudad Salitre se extendió debido al crecimiento excesivo de la población. En uno de los casos, unos 30 metros de meseta altiplánica se deslizaron en deslizamiento rotacional movilizándolo un gran flujo de tierra compuesto por sedimentos lacustres fluyendo posteriormente varios kilómetros río abajo. No hubo pérdidas fatales, debido a que el movimiento fue relativamente lento y en un lugar de pocas viviendas. Sin embargo, muchos otros fenómenos tales como el que ocurrió en febrero del 2003 se han registrado a lo largo del borde de la meseta, incluyendo al hospital EL Alto, que dista solo diez metros del borde superior de estas laderas escarpadas. *Cualquier gran deslizamiento en esta área causaría no sólo la pérdida de vidas en la urbanización sobre la meseta, sino también podría matar a centenares de personas que habitan, más abajo, en las laderas escarpadas y densamente pobladas.* Una lluvia torrencial con un bajo período de recurrencia, podría causar estragos en una escala similar a la registrada en diciembre de 1999 en la costa del norte de Venezuela, donde perecieron más de 25.000 personas a causa de un flujo de detritos.

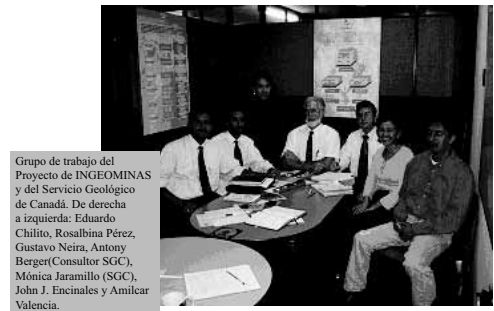
### **Amenaza por Movimientos en Masa y Mapeo Integrado de Amenazas**

*Avance del Proyecto: Geoindicadores*

Entre los días 13 y 24 de julio, el Dr. Antony Berger en representación del Servicio Geológico de Canadá y del PMA:GCA brindó asesoría a INGEOMINAS sobre la aplicación de geoindicadores para el desarrollo del proyecto “Investigación y Zonificación de Efectos Geoambientales por Aprovechamiento del Subsuelo”. El Dr. Antony Berger y la geóloga Mónica Jaramillo se reunieron en Toronto y posteriormente viajaron a Bogotá, Colombia, donde trabajaron con el grupo del proyecto de INGEOMINAS. La asesoría incluyó un día de salida de campo en el sector sur de la ciudad. Además el lunes 21 de Julio, en el auditorio de INGEOMINAS, se realizó una conferencia donde se presentó el proyecto MAP:GAC, el proyecto de Efectos Geoambientales de INGEOMINAS y una introducción al uso de geoindicadores. La conferencia contó con la asistencia de 60 personas, en su mayor parte del Ministerio de Minas y Energía, INGEOMINAS y entidades del sector ambiental de Colombia.

#### *El proyecto de INGEOMINAS*

El PMA:GCA ha incluido dentro de sus áreas de cooperación con Colombia algunos aspectos de un proyecto que ya se venía desarrollando en INGEOMINAS denominado Evaluación de Efectos Geoambientales por al Aprovechamiento del Subsuelo. El mismo involucra los aspectos geotécnicos, de riesgo y del subsuelo en general a fin de considerar las evaluaciones ambientales y la planificación urbana.



Grupo de trabajo del Proyecto de INGEOMINAS y del Servicio Geológico de Canadá. De derecha a izquierda: Eduardo Chilito, Rosalbina Pérez, Gustavo Neira, Antony Berger (Consultor SGC), Mónica Jaramillo (SGC), John J. Encinales y Amicar Valencia.

*Continúa en la página siguiente.*

La escala de los procesos de remoción en masa es casi abrumadora en la capital boliviana y la tarea de confrontarlos puede parecer desalentadora. El PMA:GCA es solo el inicio para resolver los problemas de remoción en masa de Bolivia y de La Paz. Sin embargo, los objetivos del proyecto del PMA:GCA formarán una base sólida para crear el conocimiento local y para enfrentar los problemas de inestabilidad de laderas y superar los desafíos en el manejo de riesgos por remoción en masa.

Dr. Matthias Jakob & SERGEOMIN