

## Posesión de Nuevo Viceministro de Minería

El viernes 14 de noviembre, el Ing. Enrique Arteaga Requena, un profesional de amplia experiencia profesional en la Consultoría Geológico-Minera y Gerenciamiento de Proyectos de Exploración Minera, fue posesionado como nuevo Viceministro de Minería.

Para el Servicio Nacional de Geología y Minería, este nombramiento representa una singular oportunidad de proyección de un profesional que, justamente, inició su carrera profesional de Ingeniero Geólogo, hace más de 40 años (1962), como Geólogo Explorador del entonces Departamento Nacional de Geología (DENAGEO), la entidad germinal del Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL) y, consiguientemente, del actual SERGEOMIN. Por más de dos décadas, trabajó en el exterior como Consultor Internacional y Geólogo Explorador en importantes empresas mineras, entre otras, la United Steel Corporation, TAMS y SCINTREX, pertenecientes a Canadá y Estados Unidos.

Por otra parte, en su condición de Experto de Naciones Unidas, trabajó como Asesor

del Servicio Geológico de Somalia, país de África Oriental, y del entonces Ministerio de Minería y Metalurgia, en Bolivia. Ya de retorno a Bolivia, entre los años 1989 y 1992, fue Coordinador del Programa de Promoción de Inversiones Mineras, un proyecto ejecutado por GEOBOL y Naciones Unidas. Entre los



*Ing. Enrique Arteaga Requena, Viceministro de Minería.*

años 1992 a 1999, el Ing. Arteaga estuvo ligado al Grupo Minero EMUSA, a la sazón, perteneciente al Empresario Minero, Don Mario Mercado Vaca Guzmán, donde desempeñó las funciones

de Gerente de Exploración. Durante los años 1998 y 1999, fue Director Ejecutivo de la Fundación San Cristóbal, institución responsable de la generación de proyectos de carácter social para los pobladores de San Cristóbal, una población que, debido a la futura explotación minera, fue adecuadamente trasladada, en el marco de un total consenso entre pobladores y empresa.

Por dos gestiones consecutivas, 1998-2000 y 2000-2002, fue Presidente del Colegio de Geólogos de Bolivia, importante institución de carácter profesional, científico y cultural. Finalmente, durante los últimos 15 años, fue Presidente del prestigioso "Club de Minería", organismo que agrupa en su seno, a distinguidos profesionales del sector minero-metalúrgico.

En esta oportunidad, el Servicio Nacional de Geología y Minería desea relieves que el Ing. Enrique Arteaga Requena tiene ante sí, un reto y una misión altamente delicada e importante, desafíos que, estamos seguros, los asumirá con solvencia e idoneidad profesionales.

## Actualización de la Carta Geológica de Bolivia

El Proyecto de Exploración Geológico-Minera: Área Yani-Pelechuco, viene realizando la elaboración, actualización y publicación de la Carta Geológica de Bolivia, correspondiente a la región Norte del Departamento de La Paz.

Entre enero y marzo de 2003, se recopiló la información geológico-minera de la Hoja N° 5747, Puerto Acosta (escala 1:100.000) y se compilaron los trabajos inéditos de la ex-GEOBOL (Carrasco y Tellería 1978, Llanos et al. 1978, y del Proyecto Cordillera 1980). Entre abril y mayo, se realizó el mapeo geológico de dicha hoja. Posteriormente, entre octubre

y noviembre, se elaboró el mapa geológico con los datos recopilados y los obtenidos en el campo, redactándose la memoria explicativa de la Hoja Puerto Acosta. La estratigrafía del área comprende rocas sedimentarias marinas y continentales, las que, de la base al tope, corresponden a los sistemas Devónico, Carbonífero, Pérmico, Cretácico, Terciario y Cuaternario. Dentro del Devónico Inferior a Medio, se diferenciaron 2 formaciones: Huarina y Escoma, conformadas por lutitas y una alternancia de areniscas y lutitas respectivamente. Estas unidades estratigráficas se correlacionarían con las Fms.

Belén, Sicasica y Collpacucho. El Carbonífero se caracteriza por conglomerados y areniscas que corresponderían a la Fm. Cumaná. El Pérmico presenta areniscas, lutitas, limolitas y calizas fosilíferas, que conforman la Fm. Copacabana. El Cretácico incluye 3 Fms: Huarachani, Ocoyoa y Kumina. El Terciario está representado por areniscas, conglomerados y cuerpos subvolcánicos de composición dacítica. Toda la información de la Hoja Puerto Acosta, será publicada en formato impreso y digital, durante la gestión 2004.

**Ing. José Luis Argandoña Copellman**

## Resultados de Segunda Misión Científica NASA - SERGEOMIN

Del 7 al 19 de noviembre próximo pasado, SERGEOMIN participó, conjuntamente científicos de la NASA, de la Expedición Licancabur 2003. En representación de nuestra institución, el Geólogo Mayel Sunagua tuvo la oportunidad de compartir experiencias con los investigadores de la Administración Nacional de Aeronáutica Espacial (NASA), en la Segunda Fase del Proyecto Licancabur 2003, estudiando los orígenes y la presencia de vida microbiológica en condiciones extremas, reproducidas por el volcán.

En esta oportunidad, SERGEOMIN contribuyó con todas las investigaciones y conocimientos desarrollados en el país, con relación a los aspectos de orden geológico, estudiados en la cadena de volcanes existentes en el límite fronterizo con la República de Chile, y, en particular, aquellos aspectos geológicos referidos al propio volcán Licancabur. En esta segunda misión, la investigación fue enfocada principalmente, al estudio de la influencia de la radiación ultravioleta en la vida de los microorganismos que habitan, particularmente, la Laguna Blanca, ubicada al pie del volcán Licancabur, a una altura de 4320 msnm. Desde luego, estos estudios fueron efectuados sin desmerecer la importancia de la Laguna Verde y del Lago Licancabur, este último, ubicado en el cráter del mismo nombre. Para todos estos estudios, se utilizó como fuente de información, aquella referida a la vida microbiológica recolectada en la anterior misión del 2002, conjuntamente la información sobre los ambientes geológicos de formación de este volcán, provista por SERGEOMIN. La información acerca del origen y la evolución de la vida en lagos de gran altitud, servirá para estudiar otros lagos que serán explorados, con mayor detalle, en los próximos años.

El investigador científico Edmond Grin, experto en Hidrogeología Planetaria, afirma claramente que, las condiciones medioambientales, hoy en día presentes en la región del volcán Licancabur, son únicas en el Planeta Tierra, y consiguientemente, serían muy análogas a aquellas condiciones que habría experimentado el Planeta Marte, hace 3.5 billones de años. Esta analogía se presenta principalmente, con relación a los niveles de radiación ultravioleta (UV) que son los más altos de Sudamérica, con una concentración 40 a 60% mayor que aquella experimentada al nivel del mar. Esta mayor concentración de rayos UV genera malformaciones en los microorganismos, además de otros efectos que serán estudiados, en lo que resta del presente año y el transcurso del

siguiente. Precisamente, con la finalidad de establecer la influencia de la radiación UV en el comportamiento de los organismos vivos en estas lagunas, las más altas del mundo, en esta segunda expedición: Licancabur 2003, se instalaron dos tipos de plataformas en el borde NE



Dr. Greg Kovacs, Geól. Mayel Sunagua y Dra. Nathalie Cabrol NASA y SERGEOMIN en la Cumbre del Licancabur.

de Laguna Blanca; una de ellas, que filtra la radiación UV en un 98%, y otra, sin el correspondiente filtro.

El año 2004, la NASA, conjuntamente SERGEOMIN y el Servicio Nacional de Áreas Protegidas SERNAP de Bolivia, realizarán comparaciones entre las muestras depositadas en ambas placas, para descubrir si, en ese espacio de tiempo entre la Segunda Expedición (noviembre 2003) y la Tercera Expedición (octubre 2004), se crearán nuevas especies o, si los actuales microorganismos asumirán nuevas estrategias para sobrevivir a las condiciones ambientales y la radiación ultravioleta. De esa forma, el año 2004, se podrá establecer, cómo sobrevivieron



Miembros de la Expedición: Licancabur 2003, junto al Director Ejecutivo Nacional de SERGEOMIN.

estos microorganismos, a través del propio origen y evolución del Planeta Tierra. De igual forma, los investigadores Gabor Borics y Aaron Kiss, expertos en microbiología y taxonomía de algas, se vieron sorprendidos por la diversidad de organismos y variedad de algas encontradas

en las diferentes lagunas. Alrededor de 120 especies de algas fueron detectadas en las Lagunas Verde y Blanca y 20 nuevas especies en el Lago Licancabur, ubicado en el cráter del volcán. Asimismo, se ha podido establecer una cadena alimenticia compuesta por Diatomeas, Pláctons, etc. Algo sorprendente y digno de mención, es que los famosos Flamencos constituyen los organismos vivos más desarrollados de toda la fauna presente en las lagunas, los cuales han demostrado ser, definitivamente, los mayores depredadores del medio. Los estudios que se vienen realizando constituyen una valiosa información acerca de complejo habitat en las aguas de estas lagunas. Diferentes conclusiones respecto al comportamiento de la vida en este ambiente, serán establecidas en el futuro, una vez que las muestras biológicas de aguas, algas, muestras de fósiles y rocas, sean analizadas en laboratorios de Budapest-Hungría. Finalmente, el conocimiento de esta área, por parte del Geólogo Sunagua, ha impulsado a la NASA a estudiar las particularidades de un ambiente volcánico netamente efusivo, precisamente, en el área correspondiente al volcán Putana, situado a 10 km al Norte del volcán Licancabur. En forma por demás sorprendente, se ha verificado un alto grado de similitud morfológica que dicha región presenta, con relación a la superficie marciana, lo cual motivó la viabilidad de realizar, en el próximo futuro, pruebas robóticas aéreas, las cuales posibilitarán un mapeo regional a detalle. Estas pruebas ayudarán significativamente, a la planificación de estrategias, con relación a las futuras exploraciones, dirigidas a la superficie del Planeta Rojo. Asimismo, el primer viaje tripulado a la superficie marciana, programado para el año 2012, recibirá de parte de las diferentes Expediciones a la zona del volcán Licancabur, un conjunto de elementos investigativos muy importantes.

Para SERGEOMIN esta ha sido una de las pocas oportunidades de participar, directamente, en un proyecto científico de alcance mundial. Obviamente, nuestra participación estuvo mayormente circunscrita, a aspectos logísticos previamente definidos, así como a la contribución con aquellos conocimientos geológicos que caracterizan esta región volcánica. En este aspecto, indudablemente, la información disponible en nuestro Centro de Documentación, ha sido muy valorada y, consiguientemente utilizada por los científicos de la NASA. Para mayor información, visite la Página Web: [www.extremeenvironment.com](http://www.extremeenvironment.com)

## "SERGEONOTICIAS"

A partir del presente número, el Consejo Editorial del Boletín SERGEOMIN INFORMA: pondrá a consideración de sus amables lectores, un breve resumen de las noticias geológico-mineras más importantes, las cuales, bajo el rótulo SERGEONOTICIAS, presentará una síntesis de la información más relevante, generada dentro y fuera de la institución.

### 1. Informe a Brigada Parlamentaria de Potosí, sobre trabajos realizados en ese Departamento:

Los días previos al 10 de noviembre, aniversario cívico de Potosí, SERGEOMIN presentó a consideración de la Brigada Parlamentaria Potosina, un Informe sobre los diferentes proyectos ejecutados dentro de la geografía departamental potosina. Esta fue una buena oportunidad para que los Congresales de este Departamento, conozcan detalles acerca de los trabajos que nuestra institución viene encarando, en beneficio de Potosí.

De esta forma, el Proyecto Exploración en Concesiones Mineras de COMIBOL, así como el Proyecto de Clasificación de Cuerpos de Agua en las Cuencas Altas de los Ríos Tupiza y Cotagaita, la elaboración de los Mapas: Geológico, de Depósitos Metálicos, de Infraestructura, e Hidrogeológico, conjuntamente el Proyecto NASA-SERGEOMIN- Licancabur 2003, entre otros, fueron ampliamente explicados a los representantes nacionales. Por otro lado, a invitación expresa de la Comisión de Desarrollo Sostenible de la Cámara de Diputados y la Brigada Parlamentaria Potosina, la Dirección Ejecutiva Nacional hizo la presentación relativa a la "Potencialidad de los Recursos Hídricos del Occidente de Bolivia".



Informe presentado en el Salón de los Retratos del Honorable Senado Nacional.

### 2. Seminario Taller sobre Gestión de Riesgos en el Departamento del Beni:

En la ciudad de Trinidad, del 10 al 14 de noviembre pasado, en el marco de un Convenio con OXFAM - Bolivia, técnicos de SERGEOMIN (PMA-GCA), hicieron el seguimiento a los asistentes del

Primer Taller de Gestión de Riesgos. Posteriormente, del 19 al 22 del mismo mes, las ciudades de Guayaramerín y Riberalta se incorporaron a la lista de municipios beneficiados con este tipo de Seminarios Talleres de Capacitación en Gestión de Riesgos. Muchos de los participantes en dichos Talleres, inmediatamente pasaron a conformar los correspondientes Comités Municipales de Gestión de Riesgos.

### 3. Entrega de Estudios sobre Recursos Hídricos del Occidente a la Cancillería:

El día lunes 24 de noviembre, SERGEOMIN entregó a la Cancillería los Estudios de Consultoría relativos a los Recursos Hídricos del Occidente de Bolivia. Dichos trabajos abarcan 20 Cuencas y un Área de Manantiales (Quetena / Silala), los cuales describen los aspectos geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos, conjuntamente las distintas características correspondientes a cada una de las cuencas, tanto del Bloque Norte (ingreso del río Mauri hasta el Salar de Empexa), como las del Bloque Sur (Salar de Empexa hasta el Hito Tripartito Zapalero) y del Área de Manantiales del Quetena / Silala.



Canciller J. Ignacio Siles recibiendo Estudios de SERGEOMIN.

### 4. Convenio Interinstitucional con Cámara Nacional de Minería:

El día jueves 27 de noviembre, se suscribió un Convenio de Cooperación Interinstitucional entre SERGEOMIN y CANALMIN, esta última, miembro del Directorio de la Institución. Luego de la suscripción de este Convenio Marco, se abren las posibilidades para que distintos operadores mineros asociados a las Cámaras Departamentales y Regionales de Minería, afiliadas a CANALMIN, puedan ser partícipes de los alcances de trabajo del presente Convenio. Consiguientemente, los mineros chicos que así lo deseen, independientemente de la capacitación y asistencia técnica, podrán suscribir contratos de prestación de servicios con SERGEOMIN, relativos la exploración de sus distintos yacimientos minerales, estudios metalúrgicos, estudios

sobre métodos de explotación, técnicas de procesamiento de sus minerales, temas de la gestión medioambiental, hidrogeología, gestión de riesgos geológicos e hidrometeorológicos, mapas geológicos y mapas temáticos, entre otros.



Ing. Dionisio Garzón, Presidente del Colegio de Geólogos de Bolivia.

### 5. "GEOCIENTÍFICA" en Preparación:

La última semana de noviembre, en un "joint-venture técnico científico" muy importante, el Colegio de Geólogos de Bolivia, a la cabeza del Ing. Dionisio Garzón, junto a SERGEOMIN, han llegado a convenir la publicación de una Revista Técnico-Científica que, bajo el título de GEOCIENTÍFICA, posibilitará la difusión de una amplia gama de artículos referidos a las geociencias o "Ciencias de la Tierra". El Ing. Garzón, en declaraciones exclusivas al Boletín SERGEOMIN INFORMA: hizo conocer que, a partir del próximo año, en forma trimestral, saldrán a circulación, los diferentes números de esta revista científica.

### 5. Concluyeron Estudios Hidrogeológicos en San José de Chiquitos:

El Departamento de Hidrogeología de SERGEOMIN, concluyó las investigaciones hidrogeológicas y geofísicas, con la finalidad de explorar e identificar áreas potenciales para la ocurrencia de aguas subterráneas que permitan, al más breve plazo, abastecer de agua a la población de San José de Chiquitos. De esta forma, se realizó el inventario de las principales fuentes de agua superficial y subterránea ubicadas en la población y en áreas adyacentes. Con base en este inventario, el área de Los Ciros ubicada a 21 km al Este de San José y el área de la Hacienda San Ignacio, ubicada a 23 km al Norte de la población, parecen ser las zonas con mejores posibilidades para el aprovechamiento de aguas subterráneas, mediante la perforación de pozos.

Los estudios finales serán entregados a la Subprefectura de Chiquitos, el próximo 15 de diciembre.

Vania Manrique Gutiérrez

## Riesgos Geomorfológicos

SERGEOMIN, cumpliendo los diferentes objetivos estratégicos que le asigna el Estado, en el campo de la Prevención de Amenazas Geológicas, trabaja con un equipo técnico multidisciplinario que elabora propuestas para prevenir y reducir el impacto de los desastres.

Debido al crecimiento de la población en la ciudad de La Paz, en los últimos diez años, los desastres naturales han provocado el aumento de víctimas. Aun cuando la población se encuentra más expuesta, la gente percibe las amenazas naturales, de diferente manera, dando como resultado, cierta influencia en su capacidad de respuesta a los peligros. Con el objeto de resaltar la importancia de la geomorfología en el estudio de los riesgos naturales, a continuación se indican sus principales características y contribuciones, en la búsqueda de una educación para la prevención de desastres. Para conocimiento de la población, los elementos geomorfológicos más importantes son los riesgos y las amenazas. El aspecto más relevante es aquel referido a las amenazas, las cuales se definen como la presencia de cualquier relieve inestable que no se encuentra en equilibrio con su



*Carcavas de la Erosión de Aguas Superficiales.*

entorno natural, que al modificarse a sí mismo, perturba las actividades humanas. El riesgo geomorfológico se refiere a la probabilidad que un fenómeno particular de inestabilidad geomorfológica, exceda cierto límite en su impacto económico y social (Panizza, 1987). Las amenazas más significativas del tipo geomorfológico son: erosión de suelos, movimientos gravitacionales y procesos fluviales. Un aporte muy significativo de la geomorfología en la prevención y conocimiento de desastres, es la elaboración de mapas de terreno (geomorfológicos), combinando la observación de campo con la interpretación de fotografías aéreas y

sensores remotos, lo que permite identificar y relacionar las geofomas con otros factores naturales, proporcionando información sobre los materiales superficiales y formas de relieve que se encuentren susceptibles a rupturas, sedimentación y erosión.

A partir de esta concepción, SERGEOMIN elabora mapas de riesgos geológicos y de amenazas, los cuales constituyen una base sólida para la planificación del territorio y medidas de prevención. Los mapas son elaborados a diferentes escalas, dependiendo del tamaño de la zona afectada, utilizando métodos cartográficos, para luego ser procesados en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El análisis de las amenazas de tipo geomorfológico permite concluir que los procesos de erosión como los acumulativos, pueden generar riesgos y desastres. Se intenta mostrar que es posible clasificar dichos procesos, de acuerdo a su magnitud, frecuencia, duración, área afectada, velocidad inicial, distribución espacial y periodo de retorno.

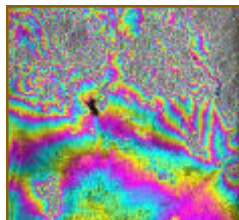
**Juan Carlos James La Fuente**

## Interferometría Diferencial

La percepción remota, lograda a través de la generación de pares estereoscópicos digitales, ha permitido determinar escenas en tercera dimensión, y crear modelos digitales de elevación, utilizando imágenes de radar de resolución elevada (SIR, Almaz, ERS, JERS, RADARSAT). Con base en los anteriores métodos, se han creado sistemas de Radar de Apertura Sintética.

La Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSar)

es una alternativa a la estereoscopia clásica. Las deformaciones de la superficie de la tierra, así como los desplazamientos de terrenos pueden ser mensurables. Este sistema es aplicable a estudios de amenazas sísmicas, volcánicas, deslizamientos, movimientos de glaciares y otros. Precisamente, el Radar de Apertura Sintética es un sensor de transmisión activa que recibe señales de microondas. Determina la distancia entre el sensor y un punto en la superficie de la tierra, donde la señal es rastreada, de forma perpendicular a la dirección de vuelo. La geometría de las imágenes InSar es sustancialmente diferente a una imagen



*Interferograma.*

óptica convencional, debido al ángulo en que es capturada la imagen, así como a los parámetros de relieve que son considerados en cada punto.

Para generar un interferograma es necesario el co-registro de dos imágenes de radar, que cubran la misma área. El procesamiento de las imágenes resulta de una compleja multiplicación de sus valores de fase y amplitud registradas en cada pixel. Se obtiene un promedio de dos imágenes de radar y, la diferencia

de éstas, corresponde a valores de fases (amplitud y longitud de una onda) comunes. Esta diferencia de fases es el resultado del diseño de longitud de onda diferente que pueden causar elevaciones diferentes, movimientos o deformaciones. La imagen de coherencia es la medida de la relación entre la fase de información de dos correspondientes señales y la variación de los rangos de 0 a 1. El grado de coherencia puede ser utilizado en la calidad de la medida, donde las áreas con mayor brillo, indican regiones altamente coherentes y viceversa.

Este sistema interferométrico será aplicado en la ciudad de La Paz, donde se presentan

riesgos naturales que afectan a gran parte de la población. El principal fenómeno de remoción en masa corresponde a flujos de detritos, los cuales se incrementan en las épocas lluviosas. Esta herramienta InSar será incorporada para iniciar investigaciones sobre los desplazamientos de terrenos en varias zonas de la ciudad. Para realizar este objetivo, en la actualidad se capacita a técnicos del proyecto PMA-GCA. Posteriormente, con fondos del Proyecto, se adquirirá el equipamiento necesario, para lo cual, es importante fortalecer la voluntad de hacer, de este "monitoreo", una herramienta sostenible en el tiempo.

**Ing. Hugo García Medina**

### SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERÍA

Boletín Informativo Mensual producido por:  
"SERGEOMIN"

Consejo Editorial:  
Ing. Oscar Kempff Bacigalupo  
M.Sc. Ing. Jebner Zambrana Román  
Ing. Dardo Barrientos Tilcara  
Lic. Egr. Vania Manrique Gutiérrez

Dirección: Calle Federico Zuazo N° 1673  
esq. Reyes Ortíz  
Teléfonos: (591-2) 2331236 - 2330895  
Fax: (591-2) 2391725  
Casilla: 2729

Contactenos: [sergeomi@caoba.entelnet.bo](mailto:sergeomi@caoba.entelnet.bo)  
Visítanos: [www.geoinformacion.gov.bo](http://www.geoinformacion.gov.bo)