



institute
of mine
seismology

34º Seminario de Sismología Minera

26 Mayo – 30 Mayo 2024, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima



Resumen por fechas

Domingo 26 Mayo Sala Pacífico 09h00 - 17h30	Curso Introductorio de Sismología en Minas Sismólogos de IMS
Lunes 27 Mayo Sala Copabana 08h30 - 17h30	Día 1 del Seminario de Sismología Minera: Charlas Sobre las Aplicaciones del Monitoreo Sísmico en Minas
Martes, 28 Mayo Sala Copacabana 08h30 - 17h30	Día 2 del Seminario de Sismología Minera: Charlas Sobre las Aplicaciones del Monitoreo Sísmico en Minas
Miércoles 29 Mayo Sala Pacífico 09h00 - 17h30	Curso: Peligro por Vibración Sísmica y Alertas Dr. Aleksander J. Mendecki, Institute of Mine Seismology Dolf Bredenkamp, Institute of Mine Seismology Tutorial: Cambios en Lapso de Tiempo y Curación de Materiales Terrestres e Interferometría Sísmica Prof. Roel Snieder, Jefe del Centro Center for Fenómenos de Ondas, Colorado School of Mines
Jueves 30 Mayo Sala Pacífico 09h00 - 17h30	Curso: Diseño de Sostenimiento Basado en Deformación y Evaluación de Peligro Sísmico por Estallidos de Roca Dr. Peter K. Kaiser, Presidente, GeoK, Inc. Dr. Dmitriy Malovichko, Director y Líder de Sismología, Institute of Mine Seismology Dr. Alex Rigby, Sismólogo Senior, Institute of Mine Seismology

Para más información por favor contactar a frank.calixto@imsi.org

34º Seminario de Sismología Minera – Día 1

Lunes 27 Mayo, 08h30 - 17h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima

Sala Copacabana | Idioma de ponencia: *EN = Inglés* | *ES = Español*

08h30 | **Bienvenida y Anuncios** (ES)

Dr. Frank Calixto, Director y Sismólogo, Institute of Mine Seismology

08h40 | **Introducción: Reflexión Sobre el Estado Actual de Sismología Minera y Tendencias Futuras** (EN)

Dr. Aleksander Mendecki, Presidente, Institute of Mine Seismology

09h00 | **Análisis del Proceso de Propagación de Cavidad y Conexión a Superficie** (ES)

German Ralil, Chuquicamata - Codelco, Chile

09h30 | **Efectividad de Sistemas de Soporte Considerando los Principios de Diseño de Soporte Basado en Deformación** (EN)

Dr. Peter K. Kaiser, Presidente, GeoK, Inc., Canadá

10h00 | **Interferometría de Ondas Coda con Aplicaciones a la Minería** (EN)

Prof. Roel Snieder, Jefe del Centro Center for Fenómenos de Ondas, Colorado School of Mines, USA

————- Receso - Café ————

11h00 | **Mejorando La Seguridad Minera con Compresión y Pronóstico de Peligro Sísmico** (EN)

Sevda Dehkhoda, Ing. Principal de Minería y Mecánica de Rocas, Beck Engineering, Australia

11h30 | **Caídos de Roca Sísmicamente Inducidos en Mina Kiruna** (EN)

Rebecca Westley-Hauta, Líder Técnico, Diseño Geotécnico de Mina, LKBA, Suecia

12h00 | **Manejo del Peligro Sísmico en Mina Cerro Lindo** (ES)

Walter Edinson Ramos Chavez, Superintendente de Geomecánica, U.M. Cerro Lindo, Nexa, Perú

————- Almuerzo ————

14h00 | **Red Sísmica y Análisis de la Información en El Teniente** (ES)

Patricio Jorquiera, Jefe de Unidad Sísmica, El Teniente - Codelco, Chile

14h30 | **Análisis Forense de Evento Sísmico Relevante en El Teniente 24 julio 2023 Magnitud Mw 3.0** (ES)

Patricio Jorquiera, Jefe de Unidad Sísmica, El Teniente - Codelco, Chile

15h00 | **Gestión del Peligro Sísmico** (ES)

Sebastián Huamancha, Superintendente de Geomecánica, U.M. Carahuacra, Volcan, Perú

————- Receso - Café ————

16h00 | **Diseño de Soporte Dinámico Usando Datos Sísmicos** (ES)

Dr. Luis A. Mejía, Consultor Geomecánico Senior, RockEng, Canadá

16h30 | **Gestión de Sismicidad Inducida en Nexa Resources** (ES)

Iván Uriol Cáceres Cuadros, Gerencia General de Desarrollo de Operaciones - Mining, Nexa Resources, Perú

17h00 | **Análisis Retrospectivo de Eventos Sísmicos y Diseño de Sostenimiento Basado en Criterios de Deformación: Mina Carahuacra** (ES)

Wilson Suaña, Superintendente de Geomecánica, Volcan, Perú

34° Seminario de Sismología Minera – Día 2

Martes 28 Mayo, 08h40 - 17h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima

Sala Copacabana | Idioma de ponencia: EN = Inglés | ES = Español

08h30 | **Bienvenida y Anuncios** (ES)

Dr. Frank Calixto, Director y Sismólogo, Institute of Mine Seismology

08h40 | **Introducción: Reseña del Monitoreo Sísmico en Minas** (EN)

Dr. Daryl Rebuli, Gerente, Institute of Mine Seismology

09h00 | **Osinermin, Minería y Fiscalización Basada en Riesgos en Geomecánica** (ES)

Rolando Berner Ardiles Velasco, Gerente de Supervisión Minera, Osinermin, Perú

09h30 | **Análisis Retrospectivo de Propagación de Cavidad Usando Modelamiento Numérico** (EN)

Miguel Fuenzalida, Ingeniero Geomecánico Principal, Itasca Consulting Group, Inc.

10h00 | **Modelamiento Numérico y Peligro Sísmico Aplicado en la Planificación Minera Subterránea** (ES)

Dr. Juan Andres Jarufe Troncoso, Universidad de Santiago, Chile

————- Receso - Café ————

11h00 | **Altos Esfuerzos y Estallidos de Rocas en Minas Profundas** (ES)

Victor Barrera Sepúlveda, Maestría en Ingeniería, Geomecánica Minera de Western Australian School of Mines, Prodimin Perú

Modelamiento de Esfuerzos y Evaluación de Peligro por Estallidos de Roca (EN)

11h30 | Dr. Alex Rigby, Sismólogo de Minas Senior, Institute of Mine Seismology

Uso de Datos Sísmicos en La Evaluación de Demanda de Desplazamiento y Energía Impuesta en Sostenimiento por Estallidos de Roca (EN)

12h00 | Dr. Dmitriy Malovichko, Director y Líder de Sismología, Institute of Mine Seismology

————- Almuerzo ————

14h00 | **Alertas por Vibración Sísmica** (EN)

Dr. Aleksander Mendecki, Presidente, Institute of Mine Seismology

14h30 | **GMAS – Tecnología de Alertas por Vibración Sísmica en Tiempo Real** (EN)

Dolf Bredenkamp, Director y Líder de Ingeniería, Institute of Mine Seismology

15h00 | **Aplicaciones de DAS en Minas Subterráneas** (EN)

Gareth Goldswain, Director y Líder de Desarrollo de Sistemas, Institute of Mine Seismology

————- Receso - Café ————

16h00 | **Plan de Gestión del Peligro Sísmico: Consideraciones y Expectativas** (ES)

Dr. Frank Calixto, Director y Sismólogo, Institute of Mine Seismology

16h30 | **Monitoreo de Respuesta Sísmica a Fracturamiento Hidráulico Usando un Solo Canal** (EN)

Stephen Meyer, Director y Líder de Sismología, Institute of Mine Seismology

17h00 | **Uso de Interferometría de Ruido Sísmico para Monitoreo de Presa de Relaves** (EN)

Richard Gillies, Geofísico, Institute of Mine Seismology

Cursos y Tutorial

Curso Pre-Seminario - Introducción a Sismología Minera

Domingo 26 Mayo, 09h00 - 17h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima (**Sala Pacífico**)

Instructores:

Andres Ambros, Dr. Daryl Rebuli, Dr. Frank Calixto, Institute of Mine Seismology

1. Introducción y fundamentos del monitoreo sísmico en minas
2. Capacitación en el software de IMS (Trace y Vantage)
3. Mantenimiento de un sistema sísmico
4. Aplicaciones de Sismología en Minera
5. Introducción a la Evaluación del Peligro Sísmico de Estallidos de Roca

Peligro por Vibración Sísmica y Alertas

Miércoles 29 Mayo, 09h00 - 12h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima (**Sala Pacífico**)

Instructores:

Dr. Aleksander J. Mendecki, Dolf Bredenkamp, Institute of Mine Seismology

1. Peligro Sísmico por Vibración

- 1.1 Velocidad del macizo y desplazamiento cerca a las fuentes sísmicas
- 1.2 Velocidad (*PGV*), aceleración (*PGA*) y desplazamiento (*PGD*) máximo del macizo
- 1.3 Duración de vibraciones sísmicas fuertes
- 1.4 Desplazamiento Absoluto Acumulado (*CAD*) y Desplazamiento Inelástico Absoluto Acumulado (*CAID*).
- 1.5 Ecuación de predicción de vibración del macizo (*GMPE*) y su utilidad.
- 1.6 Curvas de fragilidad sísmica y daño potencial
- 1.7 Evaluación del peligro por vibración sísmica

2. Alertas por Vibración Sísmica: GMAP y GMAS

- 2.1 GMAP es un método de dos parámetros sin polígonos que tiene en cuenta la influencia del movimiento del suelo generado por todos los eventos sísmicos disponibles, independientemente de su ubicación, en un lugar de trabajo en particular. Se basa en las tasas de deformación inelástica absoluta acumulada, *CAID*, y su actividad, *ACAID*.
- 2.2 GMAS es un sistema en tiempo real de dos parámetros sin polígonos basado en influencia donde *CAID* y su actividad *ACAID* son derivados automáticamente por el equipo GMAS de los datos continuos registrados de vibración del macizo.
- 2.3 Reglas de exclusión fijas basadas en el movimiento del macizo después de voladuras y después de eventos sísmicos grandes.

———— Almuerzo ————

Cambios de Lapso de Tiempo & Curación de Materiales Terrestres e Interferometría

Miércoles 29 Mayo, 14h00 - 17h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima (**Sala Pacífico**)

Instructor:

Prof. Roel Snieder, Jefe del Centro de Fenómeno de Ondas, Colorado School of Mines, USA

1. Cambios de Lapso de Tiempo y Duración de Materiales Terrestres

2. Interferometría Sísmica

Diseño de Soporte Basado en Deformación y Evaluación del Peligro Sísmico por Estallidos de Roca

Jueves 30 Mayo, 09h00 - 17h30, Miraflores Park, A Belmond Hotel, Lima (**Sala Pacífico**)

Instructores:

Dr. Peter K. Kaiser, Presidente, GeoK, Inc.

Dr. Dmitriy Malovichko, Director y Líder de Sismología, Institute of Mine Seismology

Dr. Alex Rigby, Sismólogo de Minas Senior, Institute of Mine Seismology

Resumen

Este taller se centra en el diseño de soportes para excavaciones en roca frágil, donde los desplazamientos inducidos por fracturación por tensión repentina pueden consumir gran parte de la capacidad del soporte. Se ocupa de la funcionalidad del soporte en terrenos deformados y de las consecuencias del daño al soporte inducido por la minería. Ofrece medios cuantitativos para estimar la capacidad de los sistemas de apoyo integrados y un enfoque sistemático para compararla con las demandas estáticas y dinámicas impuestas al apoyo terrestre. Debido a que la fractura por tensión gradual y repentina no sólo carga el soporte, sino que también lo deforma, parte de su capacidad de carga y disipación de energía se consume gradualmente, dejando cada vez menos capacidad remanente en el momento en que se necesita el soporte, es decir, durante un estallido de rocas. Si la capacidad de soporte puede consumirse por deformación, también puede restaurarse mediante mantenimiento preventivo de soporte (PSM).

Este taller presenta un enfoque integrado de diseño de soporte basado en deformación (DBSD) utilizando herramientas de evaluación de la demanda de soporte y de la capacidad de soporte, y un enfoque innovador desarrollado en colaboración con Newcrest Mining para la evaluación de peligros de explosión de roca (RBHA) utilizando secuencias geológicas, de estrés y de minería. soporte terrestre y datos sísmicos.

1. Diseño de Soporte Basado en Deformación

1.1 Deficiencias de los enfoques comunes de diseño de soporte

1.2 Descripción general del proceso de tensión y principios DBSD

1.3 Pasos del DBSD para superar las limitaciones del enfoque de diseño centrado en la vibración sísmica del macizo

1.4 Motivación y justificación del cambio en el método de diseño y necesidad de gestión del cambio

1.5 Estimación de la demanda del soporte

1.6 Estimación de la capacidad remanente de los sistemas de soporte integrados

1.7 Evaluación de la eficacia de los sistemas de soporte integrados utilizando el concepto de margen de seguridad en términos de desplazamiento

2. Evaluación del Peligro Sísmico por Estallidos de Roca

2.1 Terminología: mecanismos de daño por vibración y estallidos por acumulación de esfuerzos, potencial de estallidos de roca y peligro por estallidos de roca

2.2 Datos de entrada para la evaluación del peligro sísmico por estallidos de roca – propiedades del macizo rocoso, geometría de excavaciones, modelo de esfuerzos, datos sísmicos, soporte del macizo

2.3 Utilización de datos sísmicos: evaluación de la profundidad de estallidos de roca y duración de la deformación, probabilidad y porcentaje de realización dinámica de profundidad extrema de fallamiento, aumento de la profundidad de fallamiento y consumo de capacidad de soporte del macizo

2.4 Cálculo y presentación de resultados: mapeo de parámetros y resultados a los nodos del túnel, gráfico de desplazamiento versus energía de capacidad y demanda de soporte del macizo, margen de seguridad por desplazamiento, tasa anual de superación de daños R0, R3 y R5.

2.5 Utilidad de la RBHA para análisis forenses y pronóstico de peligros futuros