

Remote sensing: a tool for monitoring and predicting geological hazards and disasters



**Gobierno
de Chile**

GABRIEL OROZCO LANFRANCO

Servicio Nacional de Geología y Minería

*II EU-Latin America dialogue on Raw Materials
Cartagena de Indias, 22-23 September 2015*

Programa de la presentación

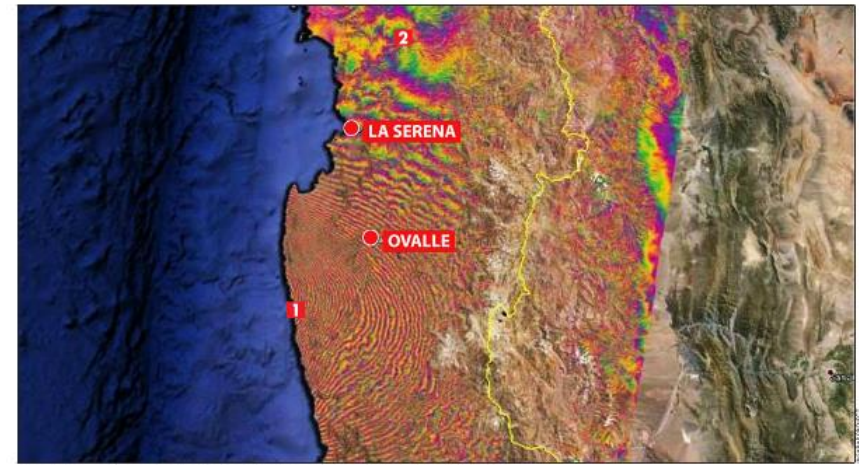
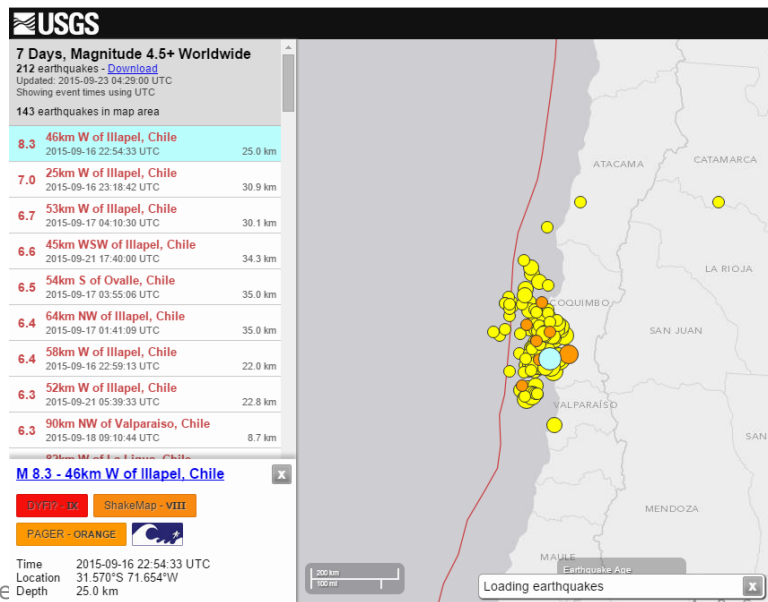
Cartagena de Indias, 23 de Septiembre de 2015

- Chilean Context
 - Geodynamics
 - Enviromental Mining Institutionalility
 - Current challenges
- Use of remote sensing
 - Some cases and analogies
 - Current work
- Final thoughts

Chilean Context

Geodynamics

- Active continental margin (where subduction occurs)
- 90 geologically active volcanoes (2 eruptions early this year)
- Largest EQ during this year (Illapel, 16.09.2015, M 8,3)
- World's largest EQ* (Valdivia, 20.05.1960, M 9,5)



1. En el mapa se visualiza que a la altura de Ovalle, en la costa, las ondas están muy seguidas, lo que quiere decir que hubo una mayor deformación de la Tierra.
2. A medida que se van alejando del epicentro, las líneas se distancian entre ellas, porque hay menor deformación.

Imagen fue captada por la Agencia Espacial Europea

Satélite muestra cómo se movió el continente con el terremoto

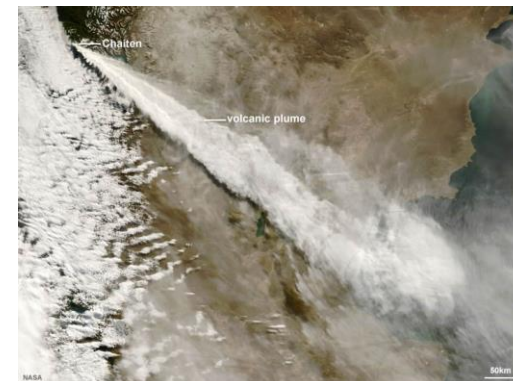
M. EUGENIA SALINAS

El Insarip Project es un proyecto de la Agencia Espacial Europea que desde marzo del año pasado lleva al satélite radar Sentinel-1 dando vueltas a la Tierra. Tras el terremoto magnitud 8,3 que sacudió a la Puerta de los Andes al momento de dar...

El movimiento fue de 50 cm horizontalmente y 1,4 metros verticalmente.

dirección de visión del satélite, que es casi vertical.
"En la imagen se ven varios colores, verde, amarillo, rojo, morado y se van repitiendo. Un ciclo de esos colores equivale a una distancia o movimiento de 2,7 centímetros. Contando todos esos ciclos de colores, se llega a 1,4 metros de movimiento por terremoto. En su la...

datos aún deben ser procesados con otros datos que se irán entregando y así se podrá obtener la deformación completa que hubo. Con esos datos se tendrá el desplazamiento vertical definitivo.
"En este caso, el terreno se elevó en dirección hacia el satélite 1,4 metros", agrega Lathus.
Andrés Basso, científico de la Universidad...



Chilean Context

Geodynamics

- 27F EQ (Maule, 27.02.2010, M 8,8)



Heavy rains in Atacama Desert
dramatically over one of the
world's driest places
(Climate change?)
Copiapó – Chañaral mining
districts, 2015

Chilean Context

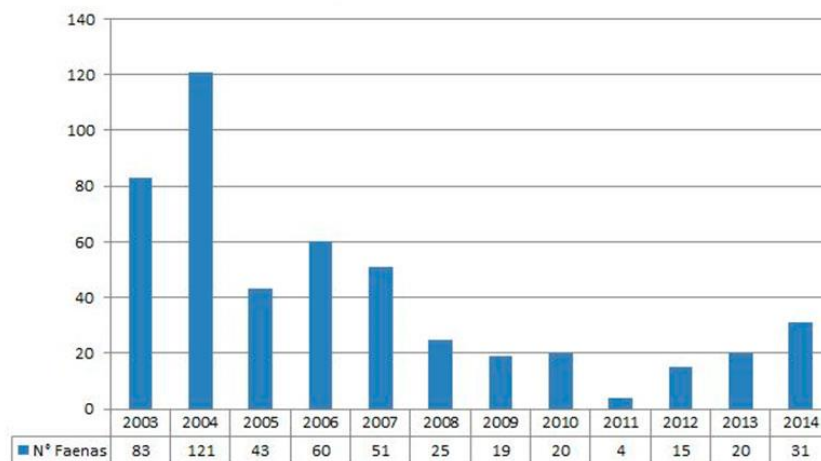
Enviromental Mining Institutionality

2004-2014

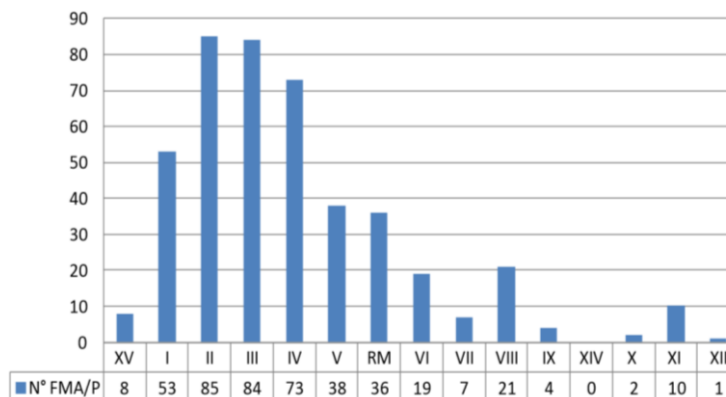
National registration of
abandoned and/or
paralysed mining
labors



Levantamiento de Faenas Abandonadas y/o
Paralizadas



N° FMA/P por Región



Chilean Context

Enviromental Mining Institutionalility

2014

**Law 20.551: Regulate
the closing of labors
and mining facilities**

BCN Legislación chilena

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Tipo Norma	:Ley 20551
Fecha Publicación	:11-11-2011
Fecha Promulgación	:28-10-2011
Organismo	:MINISTERIO DE MINERÍA
Título	:REGULA EL CIERRE DE FAENAS E INSTALACIONES MINERAS
Tipo Version	:Con Vigencia Diferida por Fecha De : 11-11-2012
Inicio Vigencia	:11-11-2012
Id Norma	:1032158
URL	: http://www.leychile.cl/N?i=1032158&f=2012-11-11&p=

LEY NÚM. 20.551

REGULA EL CIERRE DE FAENAS E INSTALACIONES MINERAS

Teniendo presente que el H. Congreso ha dado su aprobación al siguiente proyecto de ley,

2015

**Sernageomin's new
departament of tailing
deposits.**

First survey:

~650 total

~160 active

~135 abandoned

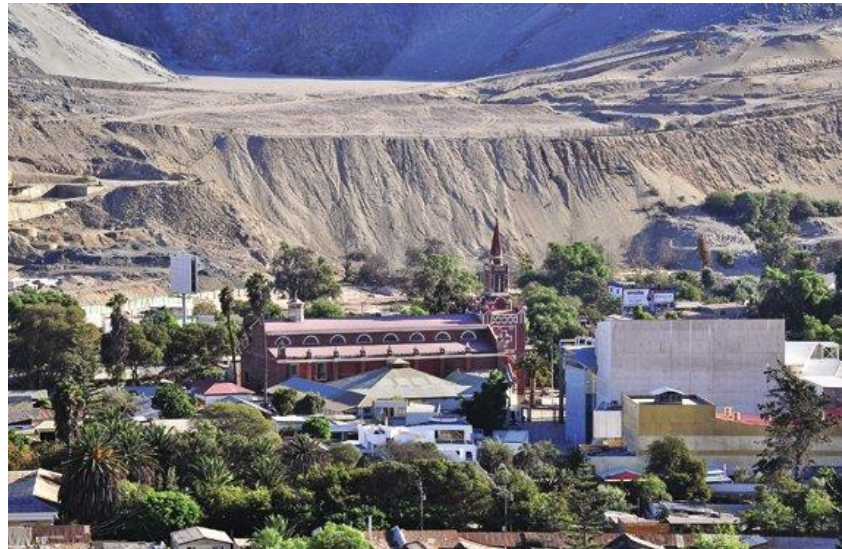
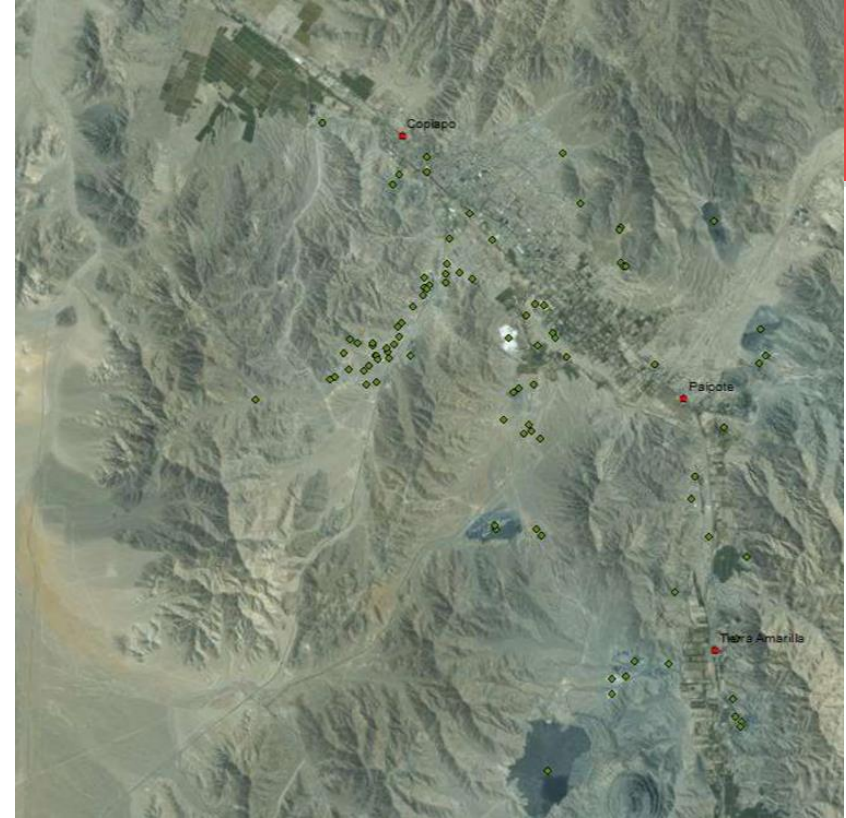


Chilean Context

Enviromental Mining Institutionality



Andacollo town

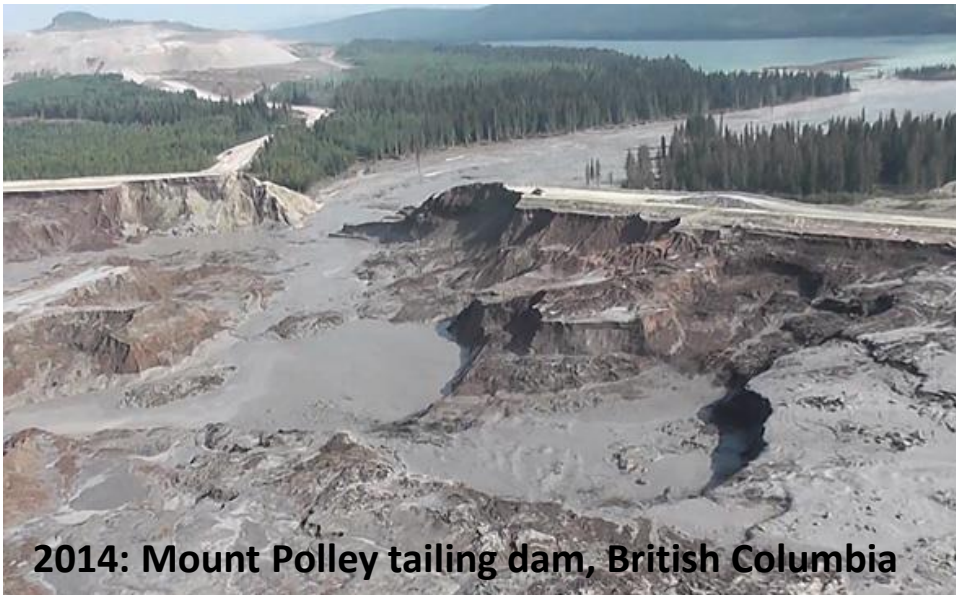


Copiapó City



Context

2013: Bingham Canyon Mine, Utah



2014: Mount Polley tailing dam, British Columbia



**2010 Earthquake:
Abandoned tailing deposit, Maule, Chile**

OBJETIVOS DE LA LEY



1.

Resguardar la Vida, Salud y Seguridad de las **Personas y del Medio Ambiente.**



2.

Mitigar los Efectos negativos de la Industria.

3.

Evitar el Abandono de faenas mineras después del cese de las Operaciones.



4.

Asegurar la **Estabilidad Física y Química** de los lugares en que se desarrolle la Actividad Minera.

5.

Establecer Garantías para el cierre efectivo de las Faenas e Instalaciones Mineras.



6.

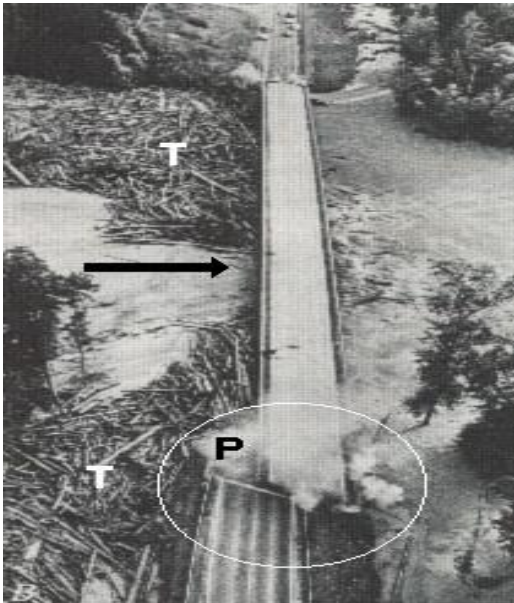
Crear un Fondo Post-Cierre para el Monitoreo de Faenas Cerradas.

From Volcanic hazard assesment...

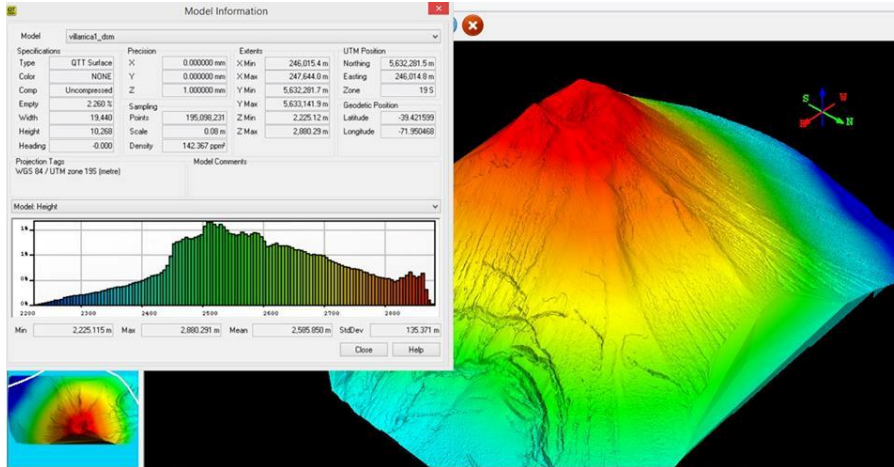
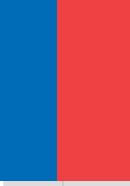
Laharic flows

Rapid melting of snow and glaciers.

Also triggered by heavy rain episodes, remobilizing available volcanic sediments (Chaitén, 2008)

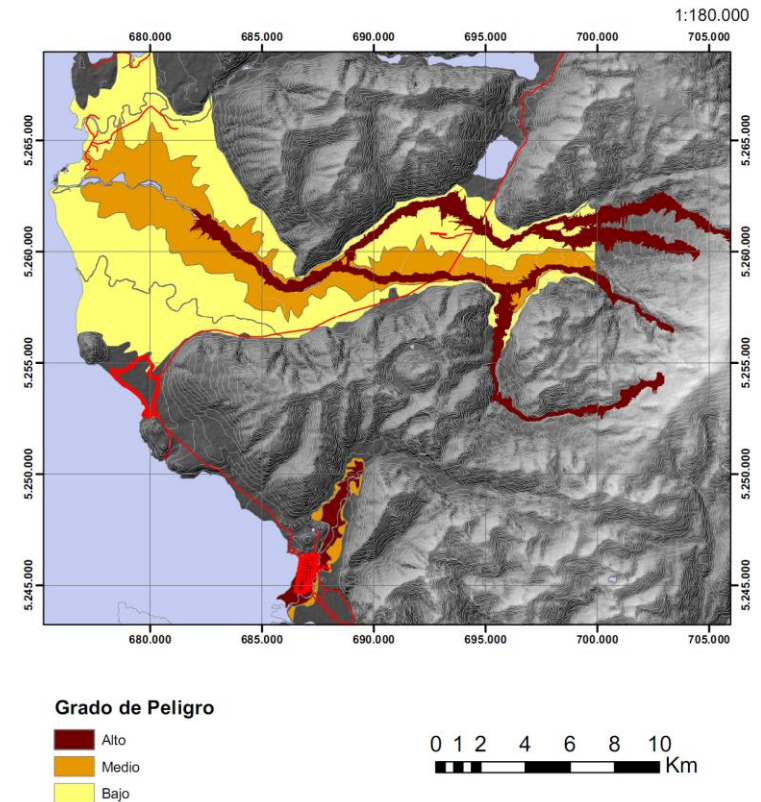


From Volcanic hazard assesment...



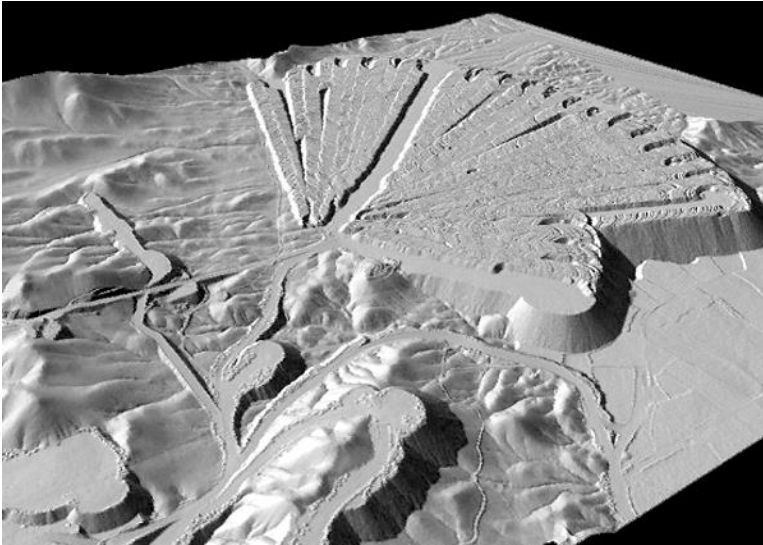
Aerial topography
Villarrica Volcano after March 2015 eruption
Geoespacio Consuting, Chile

**Reliable topography
+
Physical / Empirical Models
+
Field control of parameters
=
Runout of flows**

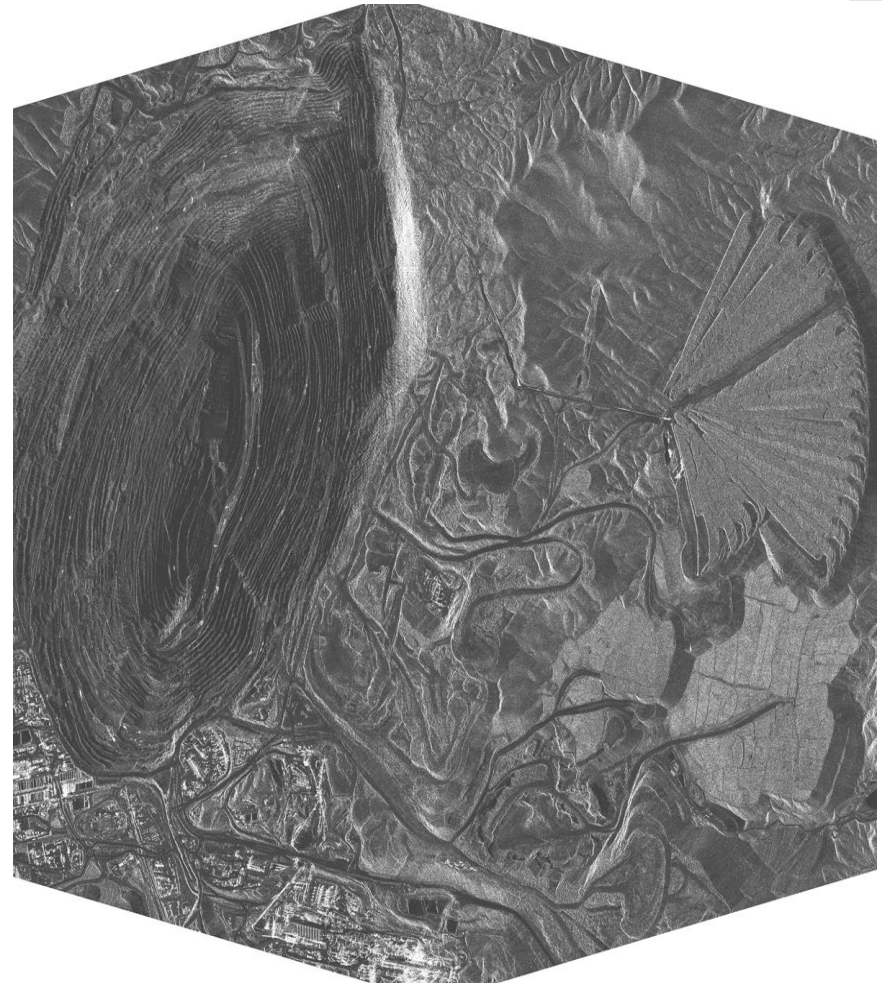


Remote sensing (air & satellite borne) data

- Better resolution DEMs or DTMs
- Need to be updated (also for volcanoes): Revisit schedule (or upon request)



Airborne Lidar – Chuquicamata, Chile
<http://www.terrareMOTE.com/>

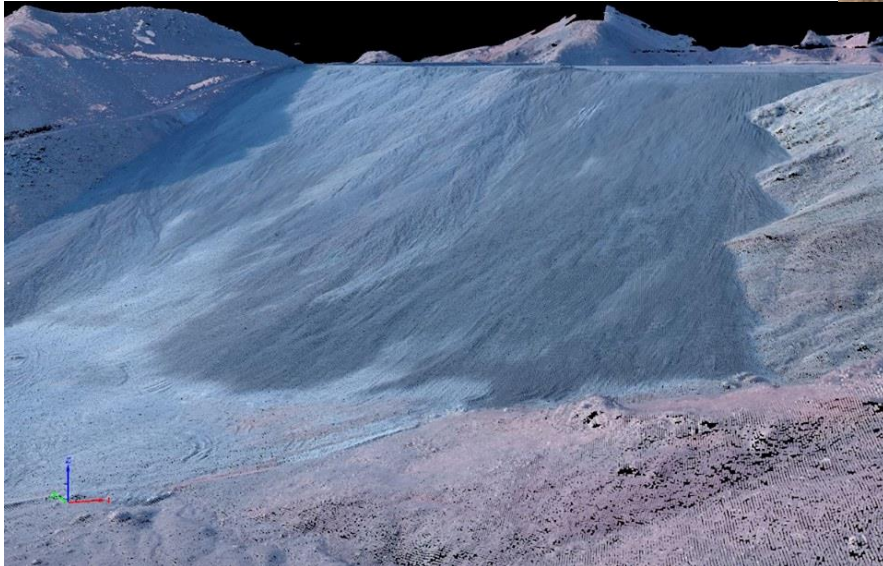


TerraSAR-X Ascending-Descending Merge – Chuquicamata, Chile
www.geo-airbusds.com

Remote sensing (air & satellite borne) data



High resolution topography on tailing dams



Aerial topography
Geoespacio Consuting, Chile

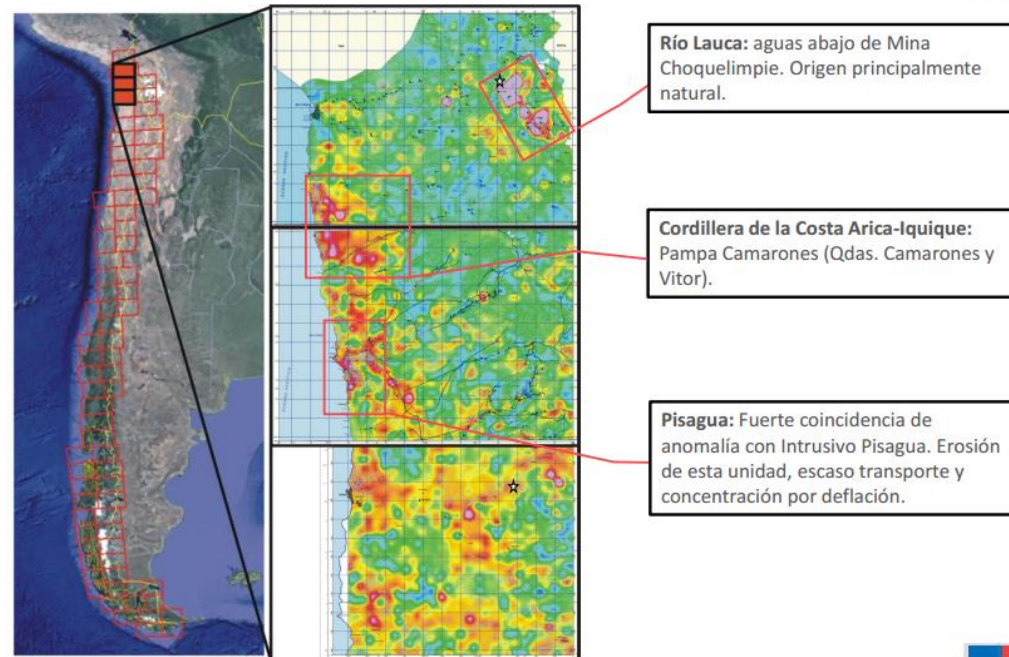
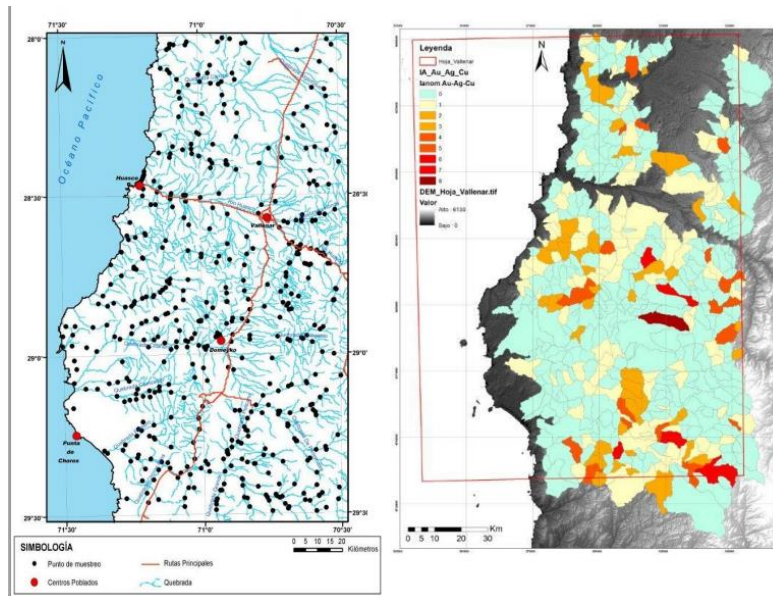


Active Sediments Geochemistry (direct sampling)

- Enviromental baseline
- Exploration targets



Hojas Arica-Pisagua-Iquique Oro (Au)



Río Lauca: aguas abajo de Mina Choquelimpie. Origen principalmente natural.

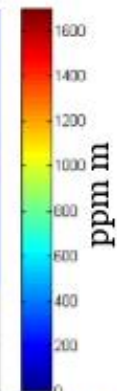
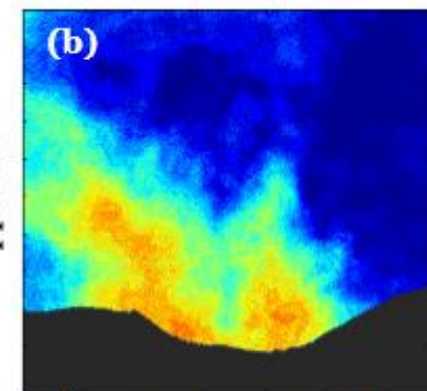
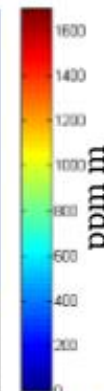
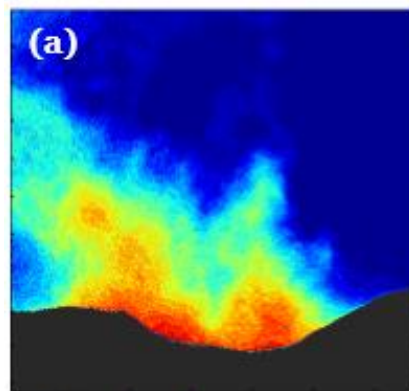
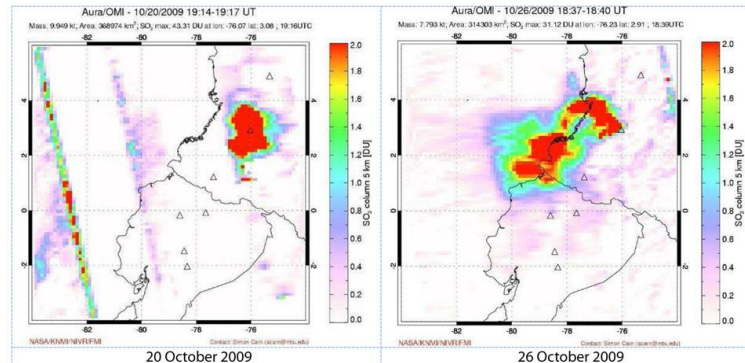
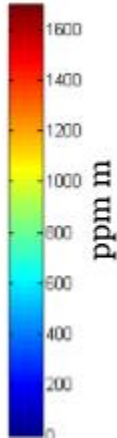
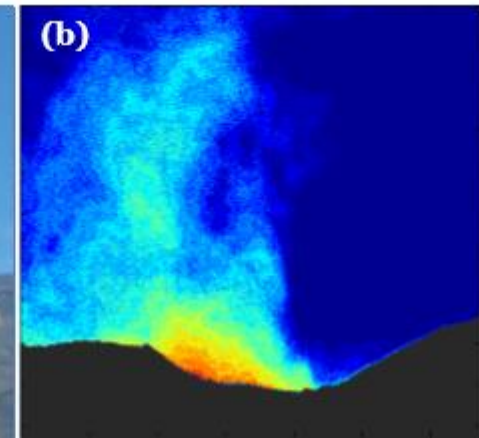
Cordillera de la Costa Arica-Iquique: Pampa Camarones (Qdas. Camarones y Vitor).

Pisagua: Fuerte coincidencia de anomalía con Intrusivo Pisagua. Erosión de esta unidad, escaso transporte y concentración por deflación.

Remote sensing (Ground based) data



SO₂ flux measurement in volcanic plumes



Final thoughts

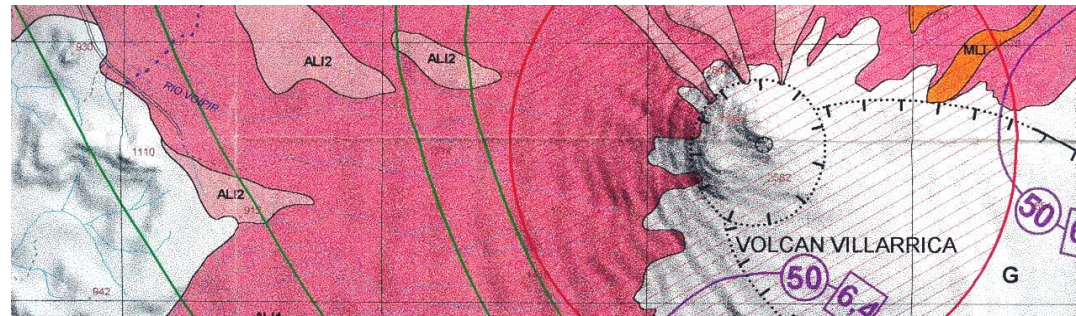


Different areas in Sernageomin (National Geological Survey and Mining Service):

- Volcano monitoring and volcanic hazard assesment
- Geological hazards assesment
- Geological cartography
- Mining property
- Mining security
- Enviromental managment and Closing Law
- Tailing deposits

Remote sensing data is a key tool for each!

Need for regional agreements for convenient information sharing and exchange.



iGracias!

gabriel.orozco@sernageomin.cl

www.sernageomin.cl



Gobierno
de Chile

www.gob.cl