

# **INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA Y DE RIESGOS EN UN ÁREA DE HOJAS TOPOGRÁFICAS**

**3246 II MIRAMAR**

**3246 III CHAPERNA**

**3246 IV JUNTAS**

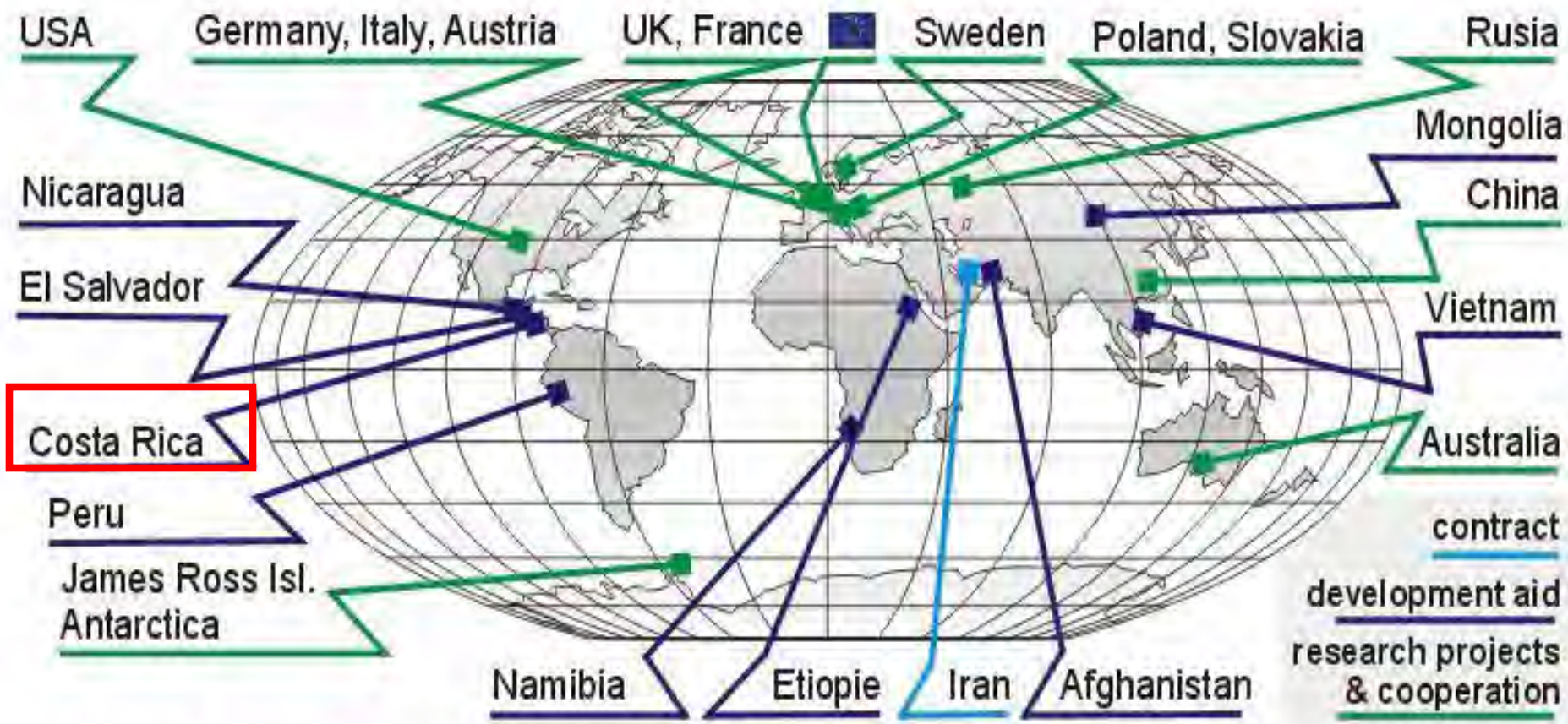


# Historia





# CGS en el mundo



Finished projects: Zambia, Burkina Faso



## Antecedentes

- **2006 – primera llegada, reconocimiento de campo alrededor Miramar, selección de la área**
- **2007 enero – Ministerio del Ambiente de la República Checa llama a licitación pública**
- **2007 junio – CGS gana la licitación proyecto RP/6/2007**
- **2007 julio – Trabajo de campo -Hoja Miramar**
- **2008 –Trabajo de campo Hoja Chapernal**
- **2009 –Trabajo de campo Hoja Juntas**



- **Proyecto RP/6/2007 – jefe Petr Hradecký**
- **Incluyó 3 países – Costa Rica, Nicaragua, El Salvador**
- **Garante – Ministerio del Ambiente de la República Checa**
- **Ejecutor – Servicio Geológico Checo**
- **Copartícipe – DGM**
- **Presupuesto 230 000 EUR**
- **Tiempo para realizar 07/2007-12/2009**
- **Hojas elegidas – Miramar, Chapernal, Juntas**



## Quién somos (de la parte de CGS):

Geología ingeniera

**Petr Kycl**



Sensores remotes

**Václav Metelka**

Geología,  
Petrología,  
Tectónica

**Vladimír Žáček**

Tomáš Vorel

Stanislav Čech

Barbora D.Schulmannová

Pavel Havlíček

Radomír Grygar



Hidrogeología

**Petr Hrazdíra**



Recursos

Metálicos

No-metálicos

**Petr Mixa**

Petr Lukeš

Josef Ševčík



SIG,  
database

**Lucie Kondrová**

Jana Karenová





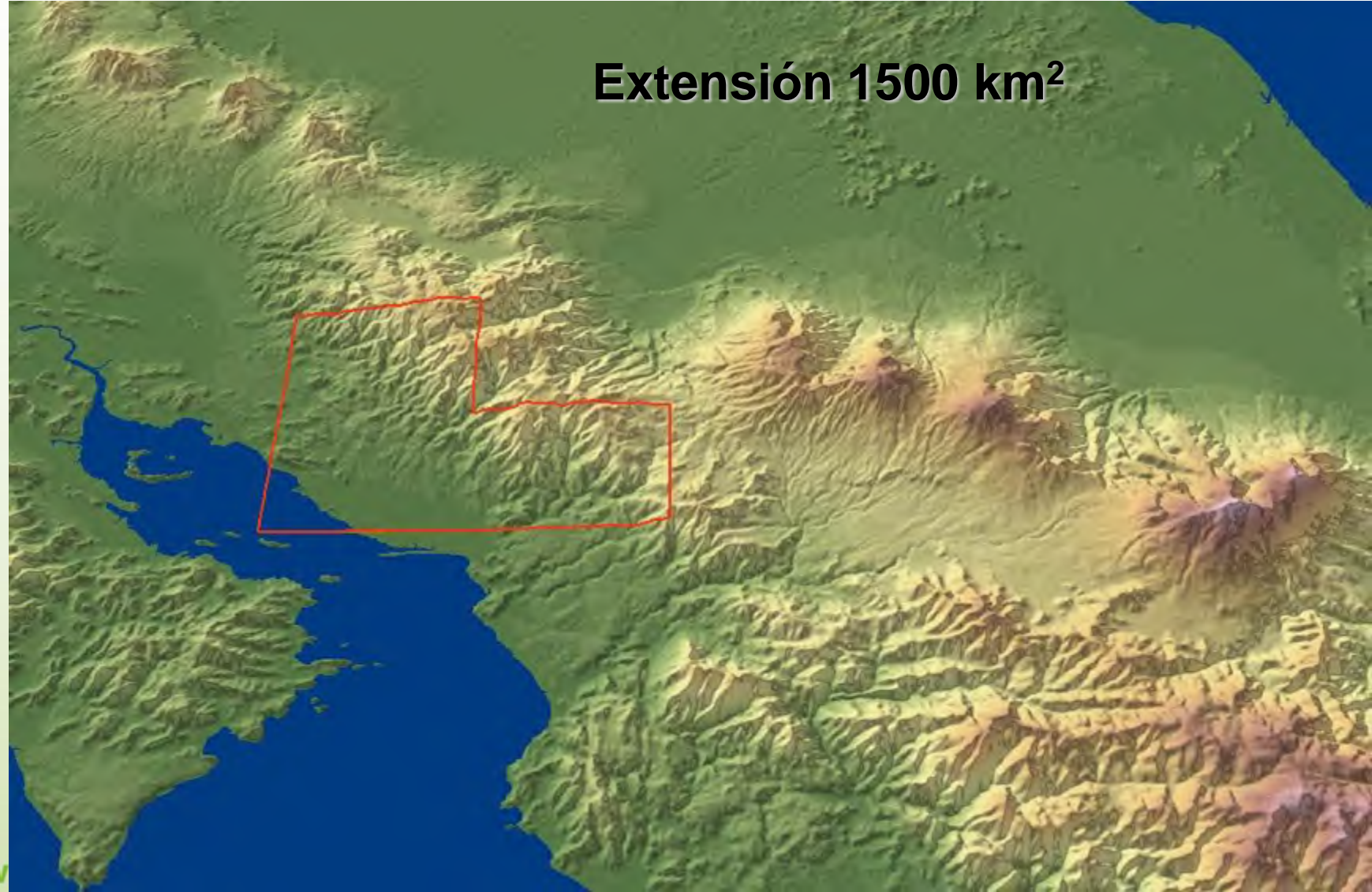
# área del mapeo





# área del mapeo

Extensión 1500 km<sup>2</sup>







## División esquemática de las provincias y cantones en los alrededores del área mapeada



**202 - San Ramon**

**204 - San Mateo**

**507 - Abangares**

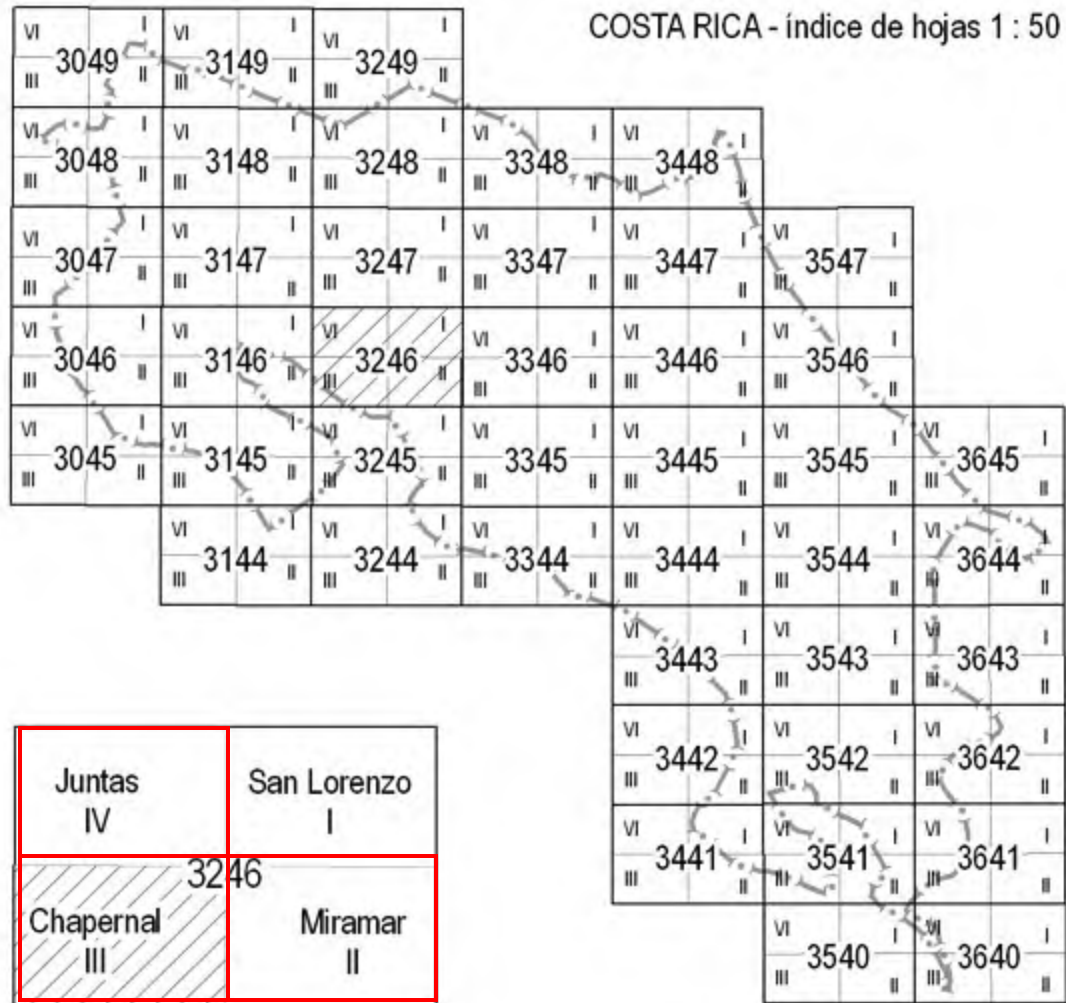
**601 - Puntarenas**

**602 - Esparza**

**604 - Montes de Oro**



COSTA RICA - índice de hojas 1 : 50 000





1 – pre-procesamiento de datos

## **Sensores remotes**

2 – geología básica

**Patrón estructural, tectónica**

**Geología, petrología**

**Geoquímica**

3 – disciplinas aplicada

**Hidrogeología**

**Amenazas geológicas**

**Recursos metálicos y no- metálicos**

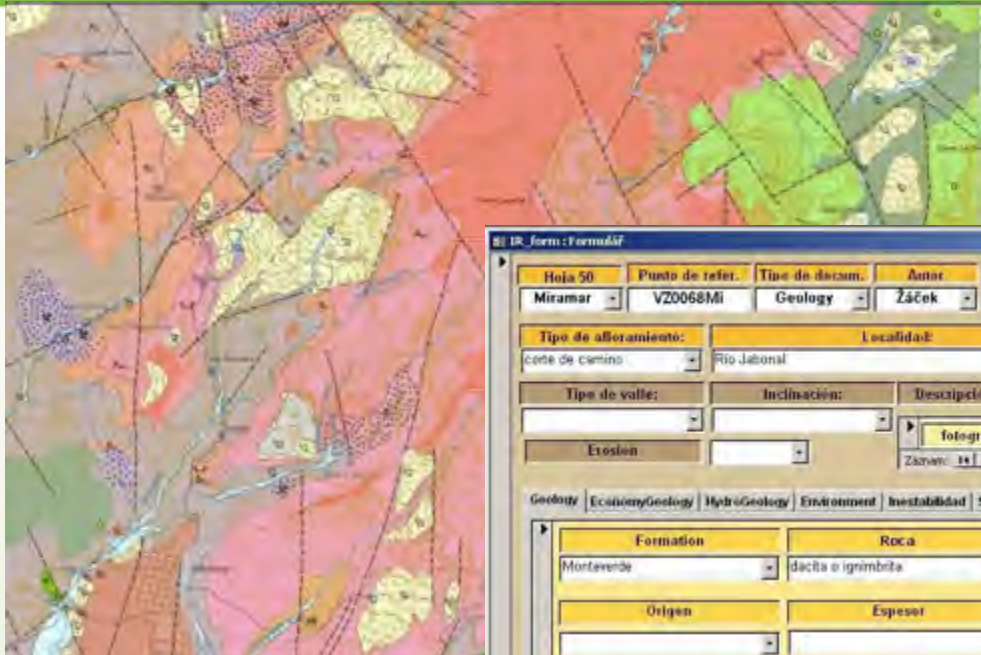
4 – elaboración de datos

**SIG – base de datos**



## Mapas temáticos:

- 1. Elaboración y publicación del mapa geológico a escala 1:50 000 de la hoja Miramar, Chapernal y Juntas**
- 2. Elaboración de mapas de inestabilidad de laderas a escala 1:25 000 (La Paz, Jabonal, Angostura y Juntas – NO cuadr.)**
- 3. Elaboración del mapa de amenazas a escala 1:50 000**
- 4. Elaboración del mapas de índices metálicos y no-metálicos a escala 1:50 000**



IR\_form: Formulář

Hoja 50	Punto de refer.	Tipo de docum.	Anar.	Fecha	N deg	Nmin	Nsec	W deg	Wmin	Wsec	altitud
Miramar	VZ0068MI	Geology	Záček	3.4.2006							

Tipo de afloramiento: Localidad:  
Cote de camino: Río Jabonál Especificación de afloramiento: 50 mts largo, hasta 2 mts alto

Tipo de valle: Inclinación: Descripción: Ignimbrita con estructura poco fluvial en abundantes de feldespatos (4 mm) y

Erosion

Geology | Ecology/Geology | HydroGeology | Environment | Inestabilidad | Structural

Formation	Roca	Compositon	Tamaño de grano
Mortverde	dácita e ignimbrita	dácitica	mediano

Origen: Espesor: Estructura: Map

Color: Comentario:

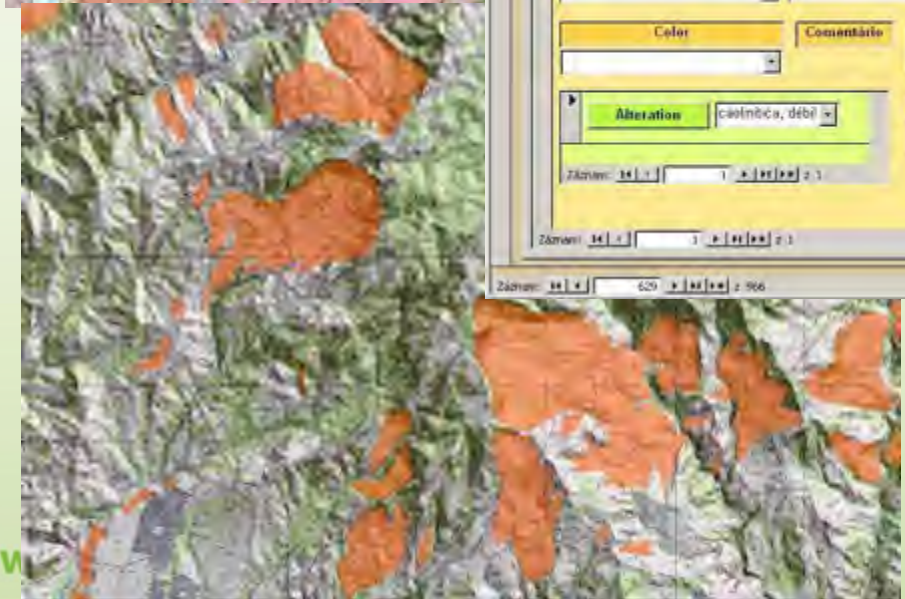
Alteration: caolínica, débil

Índice: 0

Kapa:

Sample

Sample type: análisis químico



# HIDROGEOLOGÍA

EL AGUA

FUENTE

DE

VIDA



## En el área mapeada tomamos 32 muestras de agua para análisis química:

- 9 Aguas de las minas (túneles)
- 6 Aguas termales
- 7 Manantiales naturales
- 6 Aguas de los ríos
- 1 Agua potable
- 3 *muestras para averiguar contenido de cianuro alrededor de la mina Bellavista*



**Chimenea inundada en la mina Chassoul (aguas sin anomalías)**



**Agua de minas de que fluye desde la mina El Recio (túnel 370) con niveles elevados de Li, Na, Ca, SO<sub>4</sub>, y Cl (muestra no 21), mientras que el contenido de As excede el límite de concentración 26 veces más de lo establecido en el Decreto de Gobierno no 61/2003**





## Aguas termales

hoja	N	E	Q l.s <sup>-1</sup>	T °C	No. de muetsra
Juntas	10° 17' 14,7"	84° 57' 20"	cca 5	69	24
Juntas	10° 17' 25,9"	84° 58' 20,1"	0,1	59	26
Chapernal	10° 09' 37,9"	84° 51' 12,7"	cca 10	70,5	20+28
Juntas	10° 16' 59,6"	84° 55' 45,1"	1	49	30
Juntas	10° 11' 10,7"	84° 52' 21,4"	?	59,5	32

**Nota: Hay 2 aguas termales mas (hoja Miramar, Río Barranca) sin muestrero**



**Huevos hervidos en manantial de agua termal cerca Sardinal con una temperatura de 70,5 °C.**



**Medición de aguas termales a unos 2 km al norte de la ciudad de Juntas (muestra no 24) con una temperatura de 69 °C.**



**Manantial en los niveles inferiores de las lagunas de lixiviación del tajo Bellavista y toma propiamente de las lagunas de lixiviación después de la limpieza de cianuro durante la suspensión de labores de la mina – contenido de cianuro en agua de manantial esta por debajo de las normas de EU y norma Checa - ČSN EN ISO 14403**





## Conclusiones – hay aguas contaminadas?

De las muestras analizadas de agua resulta, que en las áreas observadas las aguas subterráneas ni las aguas superficiales **no son contaminadas por minería**, con la excepción de dos localidades: las aguas laguna de lixivación de mina Bellavista (2008 después de la limpieza de la laguna) y las aguas de mina que fluyen de la mina El Recio (túnel 370).

El estudio hidrogeológico mostró la presencia de agua con niveles anormales de sustancias inorgánicas, que pueden ser considerados como posibles indicios de yacimientos.

Las aguas termales son descritas hidrogeológicamente en cinco localidades. Se trata de emanaciones de aguas termales de baja a media mineralización a veces acompañado por el olor a azufre o  $\text{CO}_2$ . Las temperaturas medidas del agua oscilan de 45 °C a 70,5 °C.

Las localidades con fuentes termales, se recomienda el uso económico o científico

**AMENAZAS**

An aerial photograph showing a massive landslide in a rural landscape. The landslide is a large, brown, eroded area that has descended from a hillside, partially covering green fields and some buildings. The surrounding area is lush with green vegetation and trees. The text 'AMENAZAS' is overlaid in red at the top, and 'GEOLOGICAS' is overlaid in red at the bottom.

**GEOLOGICAS**



<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>endo</b>	<b>exo</b>	<b>antro</b>
<b>erupciones volcánicas</b> (flujos de lava, flujos piroclásticos)	<b>deformaciones de laderas</b> (creep, deslizamiento, deslave, derrumbe y avalanchas de rocas)	<b>contaminación de medio ambiente</b> (As, HG, Pb, Cd...)
<b>subsistencia endogénea</b> (sistemas de caldera)	<b>erosion fluvial y agradacion de sedimentos clasticos</b>	<b>influencia de minería subterranea</b>
<b>sismicidad</b> (fallas sismicamente activas)	<b>inundaciones avenidas</b>	<b>corte de bosque (despale)</b>
<b>amanaza de radono</b>	<b>subsistencia exogénea (carsto)</b>	
	<b>tsunami</b>	



## 1. Amenazas de origen endógeno

**Amenaza volcánica** en la región en el tiempo actual pueden excluirse. En la esquina NOE de la hoja hemos encontrado tobas muy jóvenes, probablemente de volcán Platanar

**Subsidencia** - en el area de trabajo no hay relictos de sistemas de calderas. La caldera más serca está de San Ramón y Palmeras.

### Sismicidad

Sismicamente clasificamos el área como una zona de intensidad máxima , aproximadamente VI grado (Mercali modificada – MM).

**Estudio general !!!!**



## 2. Amenazas de origen exógeno:



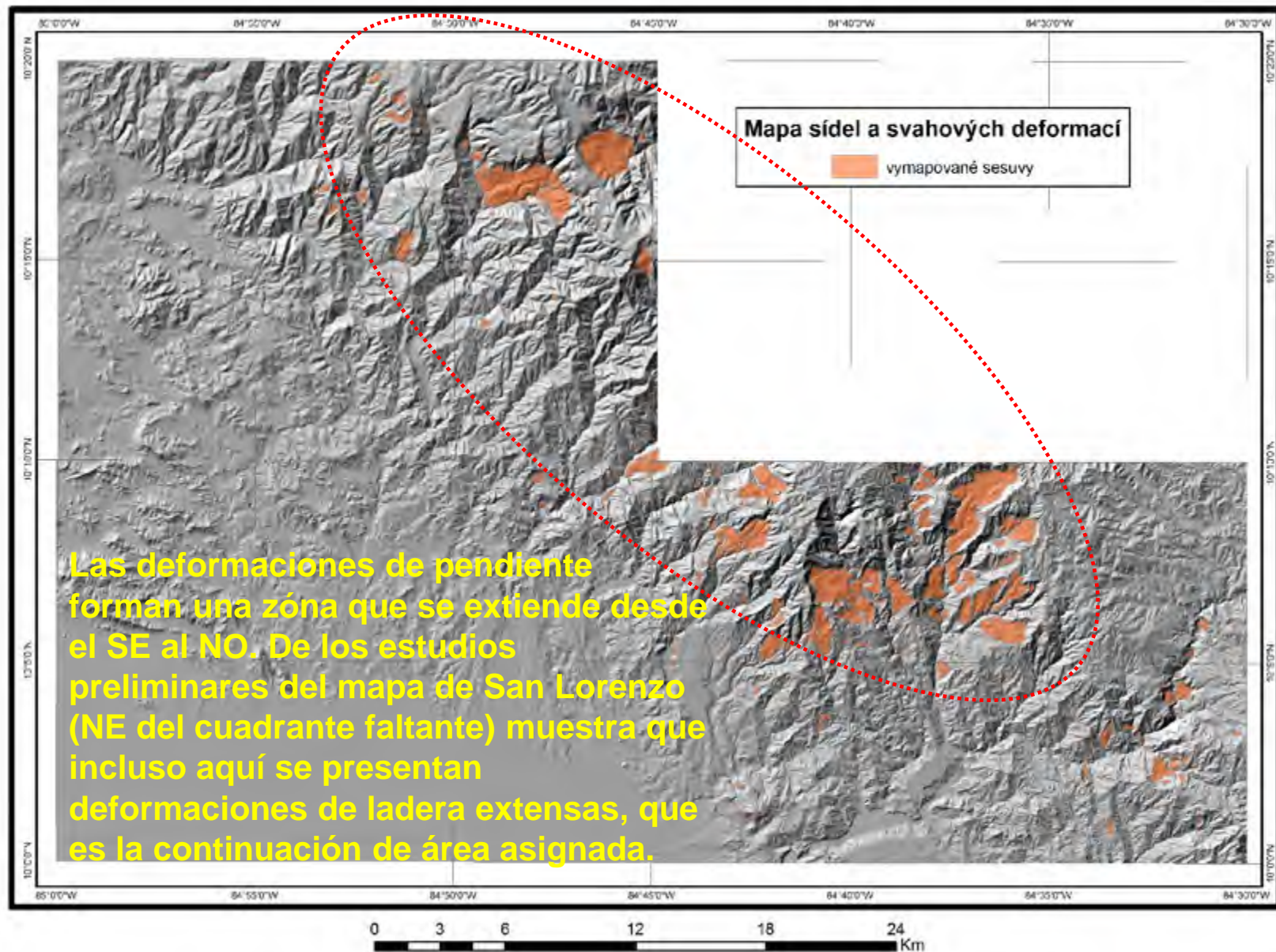




## Deformaciones de laderas



Foto tomada del Cerro la Cruz de un deslizamiento complejo – San Antonio.



Las deformaciones de pendiente forman una zona que se extiende desde el SE al NO. De los estudios preliminares del mapa de San Lorenzo (NE del cuadrante faltante) muestra que incluso aquí se presentan deformaciones de ladera extensas, que es la continuación de área asignada.



**La cantidad total de deformaciones de ladera, donde una dimensión supera los 500 m llega a un número de 60!!**



San Luis



## **Datos estadísticos sobre „deslizamientos“:**

**Movimientos de laderas en la zona de interés tienen extensión total 70 km<sup>2</sup>**

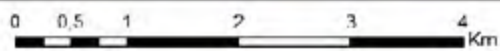
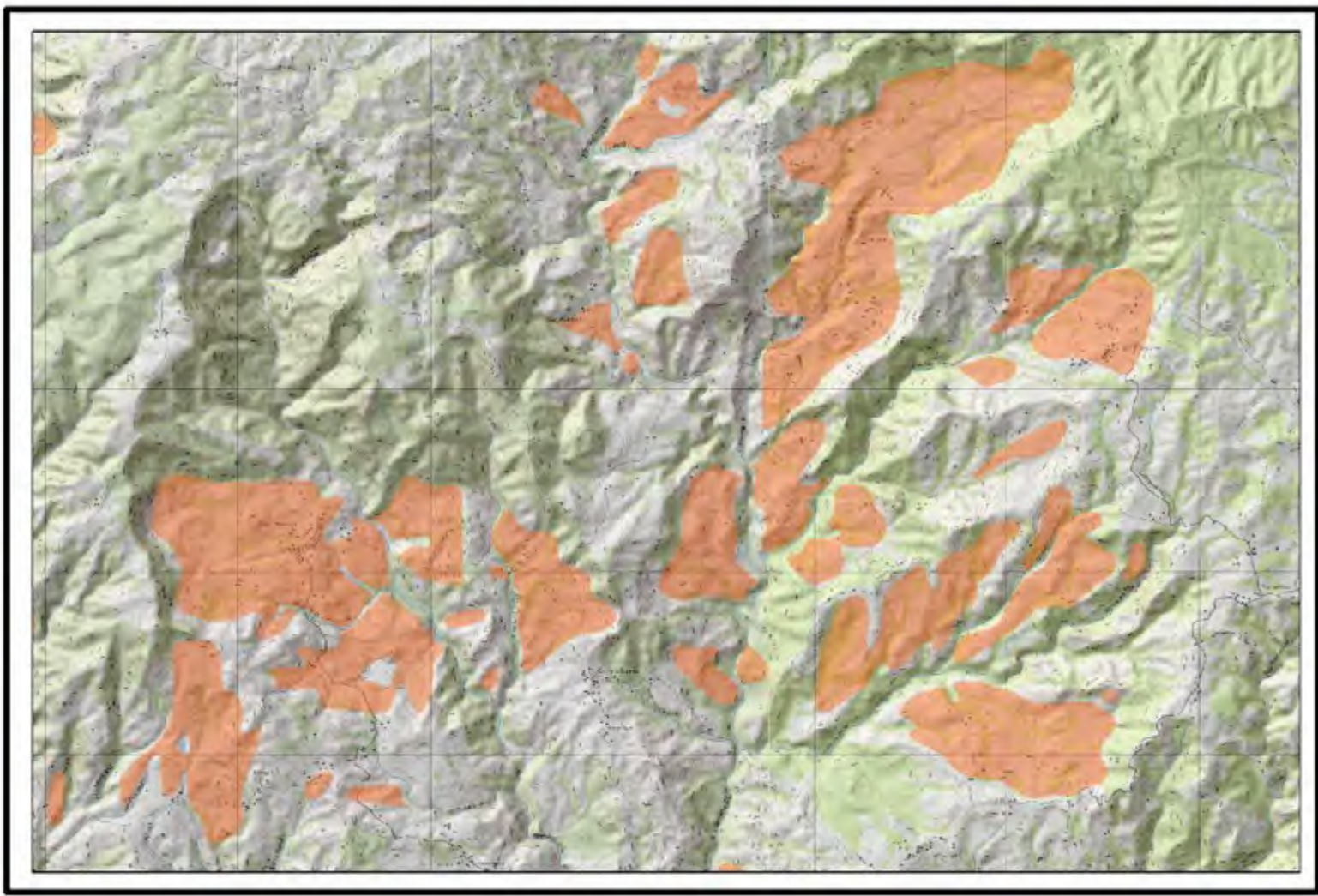
**Eso significa 4.7% de toda la superficie de las hojas Miramar, Chapernal y Juntas**

**Pero!!**

- Hoja Jabonal - 20% de la superficie del territorio está afectado o limitado por la presencia de deformaciones de ladera**
- La zona de Peñas Blancas – Zapotal tiene casi el 30% cubierto por fenómenos de deslizamientos**

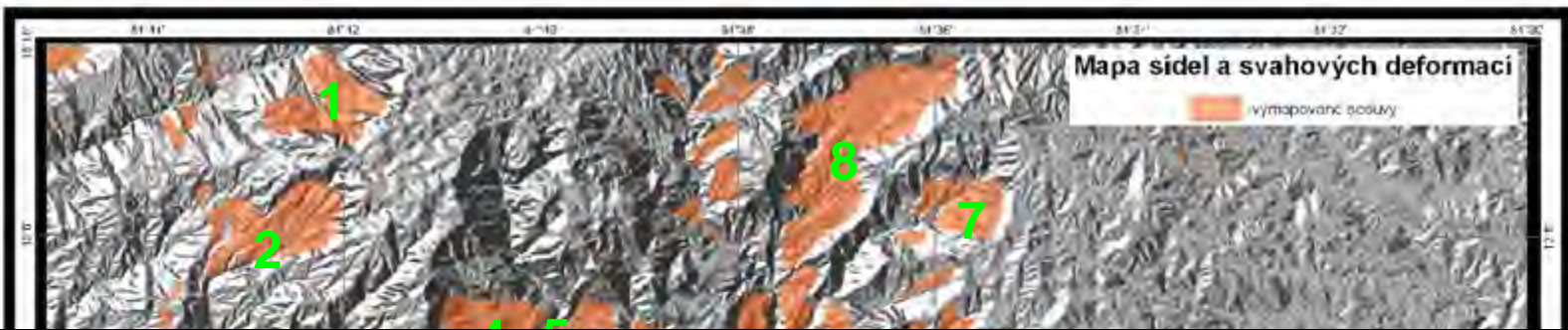


**Distribución superficial de las acumulaciones de deformaciones de ladera en las zonas más afectadas, en la parte norte de la hoja Miramar. La superficie de acumulación de deslizamientos alcanza en esta zona el 30% de la superficie total.**





## Distribución espacial de los sitios con respecto a las deformaciones de ladera cartografiadas en la hoja de Miramar.



No. en fig. 8.3	Nombre de aldea	No. de edificios en la acumulación	No. en el mapa	Superficie de la acumulación (m <sup>2</sup> )	Grado de amenaza
1	Laguna	50	Jab_016,017	2,560.000	medio – alto
2	Lagunilla – Tajo Alto	20	Jab_009	3,271.000	bajo – medio
3	Sabana Bonita	8	Jab_023	1,680.000	medio
4	Peñas Blancas	65	Jab_018	3,876.000	medio – alto
5	Rincon Chaves	8	Jab_036,037	809.000	medio
6	Beneficio	19	Jab_032	1,177.000	medio
7	Socorro	59	Lpz_007	949.985	medio
8	San Antonio, Victoria	80	Lpz_001	5,260.848	alto
9	Salvador	26	Lpz_018	1,909.299	medio
10	Interamerická dálnice	3 km	Ang_014	706.105	alto
11	San Luis	30-40	Jun_001	4,800.000	medio - alto



## **Zonas de mayor amenaza en el territorio mapeado:**

- Alrededor de Miramar**
- Peñas Blancas**
- San Antonio**
- Socorro**
- Laguna**
- Interamericana**
- San Luis**



## Que hacer ?

- **Más estudios (tesis, estudios geotécnicos)**

p.e. Flores, R.C., Quirós, M.C., Cortés, J.C., Badilla, A.R. (2001)

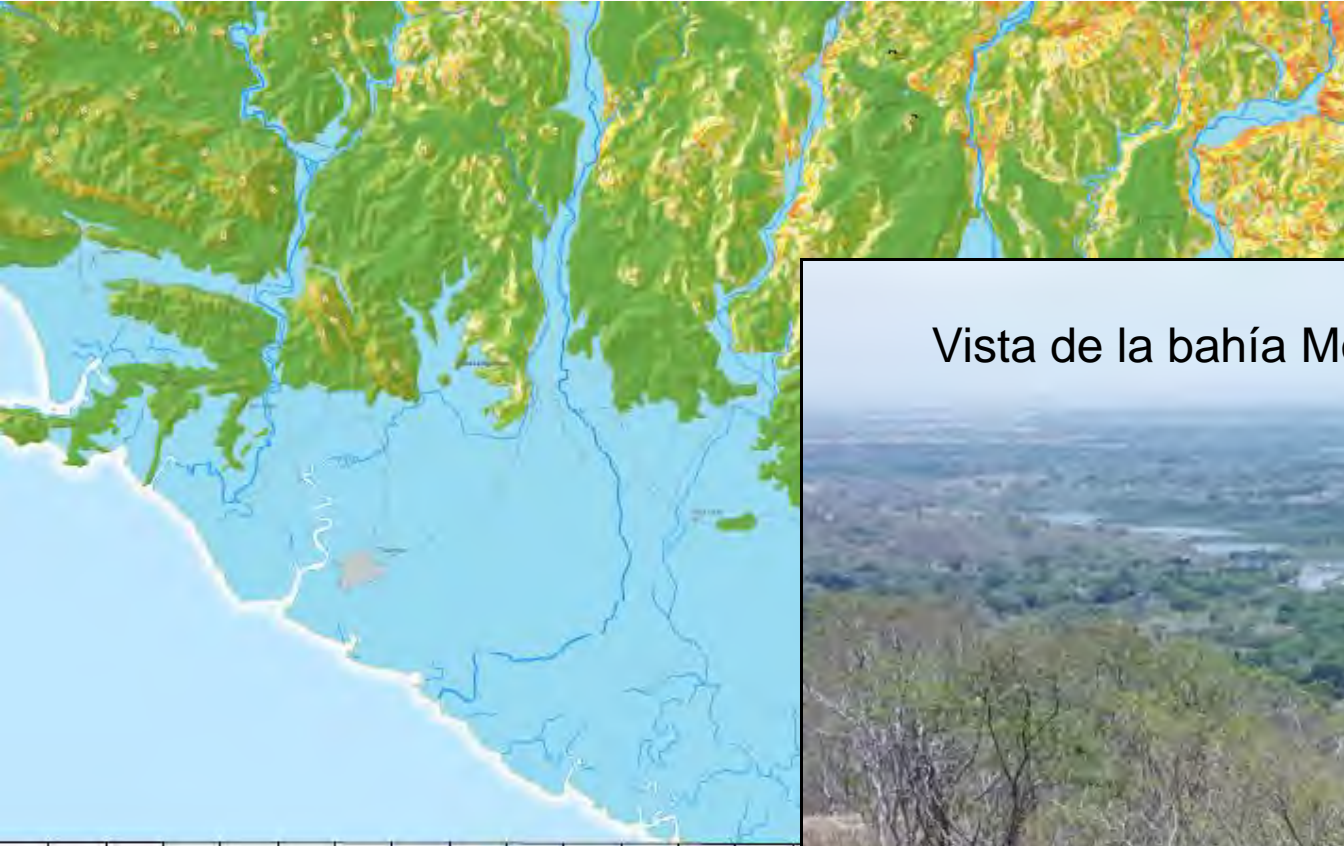
- **Monitoreo de áreas de los movimientos de laderas y sistemas de „alerta“**

- **Planificación y emplazamiento de centros urbanos u obras de infraestructura – evitar se deslizamientos!!**





## Amenaza por inundaciones, avenidas máximas



Vista de la bahía Morales (Venegas)



zona de inundación en la parte sur de la hoja Chapernal.  
Zona se aprovecha para la agricultura



## Flash floods, avenidas o flujos torrenciales (eventualmente cabezas de agua!!) Río Naranjo cuenca abajo (cerca de puente interamericana)





### 3. amenaza de origen antropogénico - humano

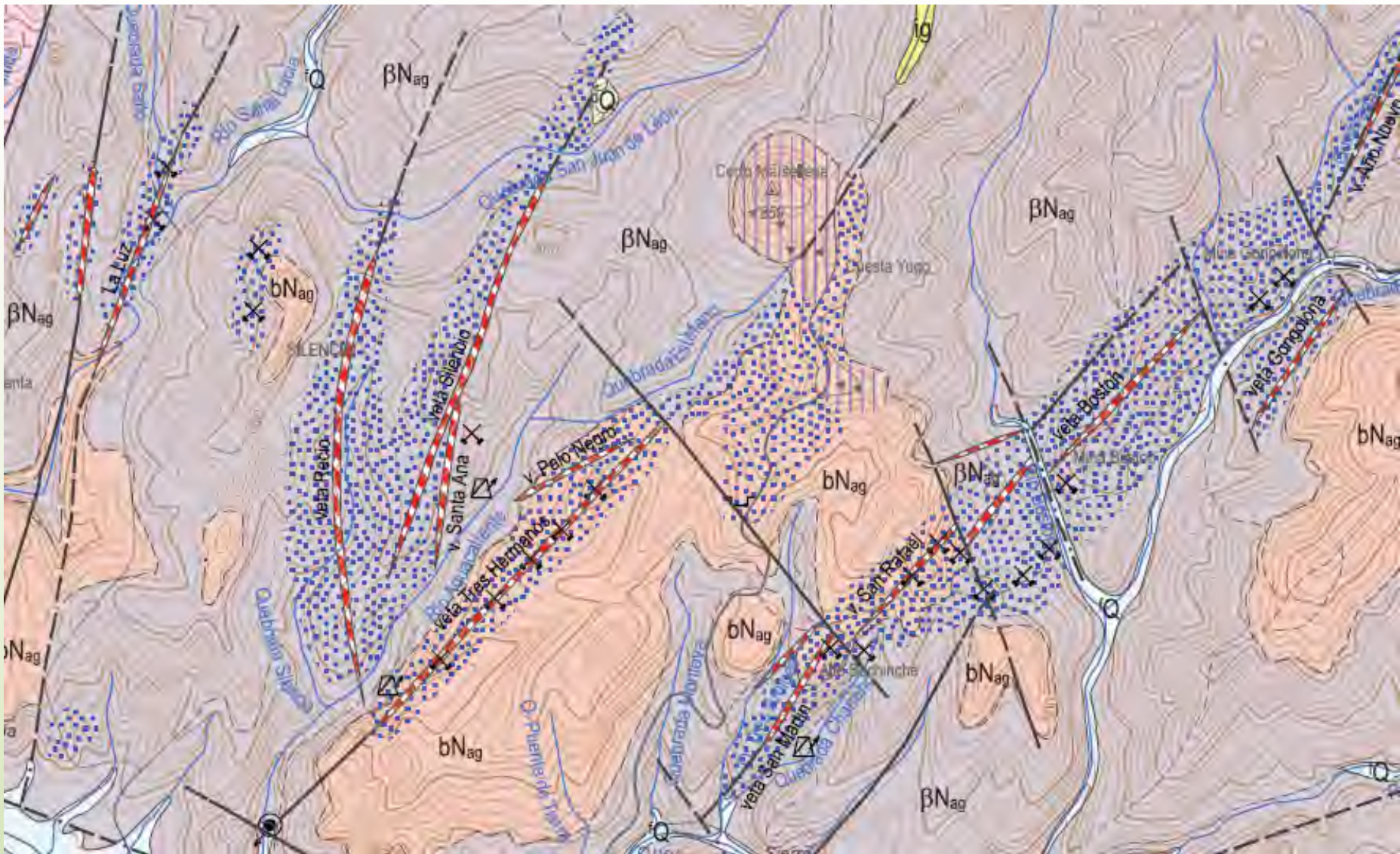




## Impacto de minería subterránea, socavación

- Zonas donde pueden originarse caídas u otros peligros causados por existencia de excavaciones subterráneas (erosión subterránea)







**El derrumbe del túnel principal de la mina Recio está claramente relacionado con el colapso del techo en la foto abajo**



**Hundimiento de la superficie a unos 15 m hacia la zona de explotación alrededor de la mina Recio**



**Positivo!! Se podría desarrollar turismo en cantónes Montes de oro y Abangares para mostrar la minería de la zona.**





## Contaminación de medio de ambiente (natural y de humano)

De los cuencas hidrográficas hemos tomado muestras de stream sediments y de cateo. En total fueron analizados 36 elementos fundamentales de los cuales se seleccionaron 4 (Hg, As, Cd, Pb), los que tienen mayor impacto en la calidad del medio ambiente y la salud humano.

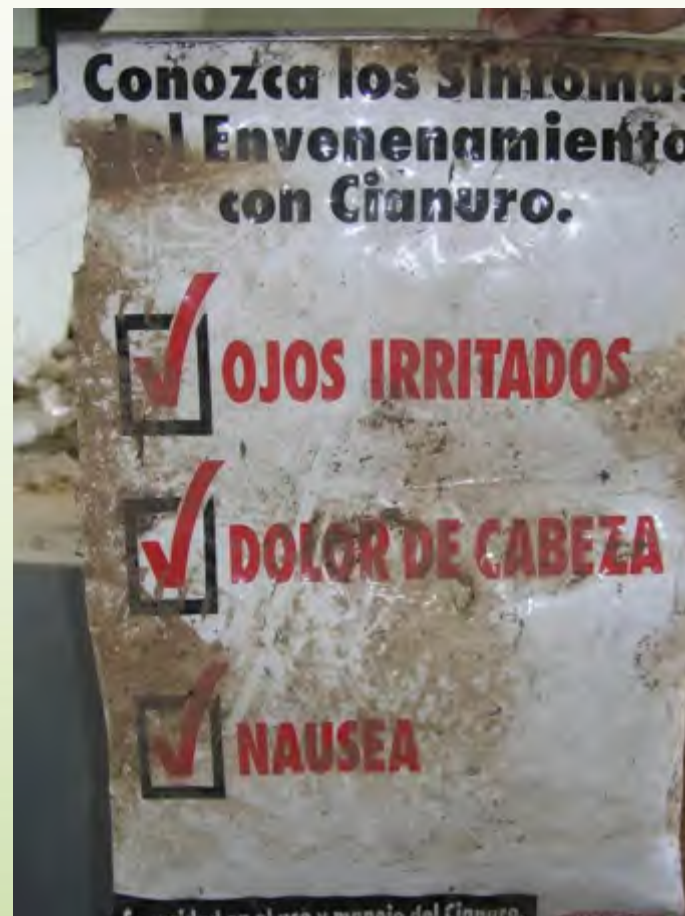
Valores Clark de elementos seleccionados para rocas volcánicas:

Hg-0,007 ppm

As-2,0

Cd-0,22

Pb-6,0







„stream sed.“	ppm	Hg		As		Cd		Pb	
Miramar	1.	<b>1,38</b>	MI-MP-45	<b>523,6</b>	MI-MP-36	0,4	MI-MP-37	10,6	MI-MP-21
	2.	0,24	MI-MP-29	<b>210,9</b>	MI-MP-38	0,4	MI-MP-39	10,0	MI-MP-10
	3.	0,24	MI-MP-10	<b>50,3</b>	MI-MP-29	0,3	více vzorků	9,1	MI-MP-41
Juntas	1.	<b>1,99</b>	JU-SM-37B	<b>3273,6</b>	JU-SM-37B	<b>1,9</b>	JU-SM-37B	27,9	JU-SM-37B
	2.	<b>1,26</b>	JU-SL-104	<b>341,8</b>	JU-SL-106	<b>1,2</b>	JU-SL-106	17,6	JU-SM-108
	3.	<b>1,01</b>	JU-SL-40	<b>313,5</b>	JU-SL-40	<b>0,6</b>	JU-SM-39	15,1	JU-SL-41
Chapernal	1.	<b>1,01</b>	CH-SL-2	<b>50,9</b>	CH-SL-6	0,3	CH-SL-10	7,0	CH-SL-10
	2.	<b>0,53</b>	CH-SM-10	<b>40,9</b>	CH-SL-7	0,2	CH-SL-4	5,8	CH-SL-5
	3.	0,31	CH-SL-6	27,9	CH-SM-3	0,1	více vzorků	4,9	CH-SL-9

min. pesados	ppm	Hg		As		Cd		Pb	
Miramar	1.	<b>&gt;100</b>	MI-MP-45	<b>235</b>	MI-MP-45	<b>10,6</b>	MI-MP-28	<b>89,1</b>	<b>MI-MP-40</b>
	2.	<b>49.87</b>	MI-MP-11	<b>143,3</b>	MI-MP-25	<b>7,7</b>	MI-MP-39	65,7	MI-MP-10
	3.	<b>43.17</b>	MI-MP-35	<b>73,1</b>	MI-MP-40	<b>3,1</b>	MI-MP-40	65,1	MI-MP-9
Juntas	1.	<b>4,08</b>	JU-TL-31	<b>81,9</b>	JU-TM-38	<b>45,8</b>	JU-TM-4	<b>80</b>	<b>JU-TM-16</b>
	2.	<b>3,05</b>	JU-TL-42	<b>39</b>	JU-TM-37	<b>14</b>	JU-TM-23	31,7	JU-TM-27
	3.	<b>1,36</b>	JU-TL-41	<b>33</b>	JU-TM-28	<b>6,8</b>	JU-TM-39	20,0	JU-TL-18
Chapernal	1.	<b>7,37</b>	CH-TM-10	10,6	CH-TL-10	0,4	více vzorků	9,6	CH-TL-6
	2.	<b>4,93</b>	CH-TL-2	6,1	CH-TM-11, CH-TL-12	0,3	více vzorků	9,4	CH-TL-10
	3.	<b>2,91</b>	CH-TL-7	4,1	CH-TM-4	0,2	více vzorků	9,1	CH-TL-4

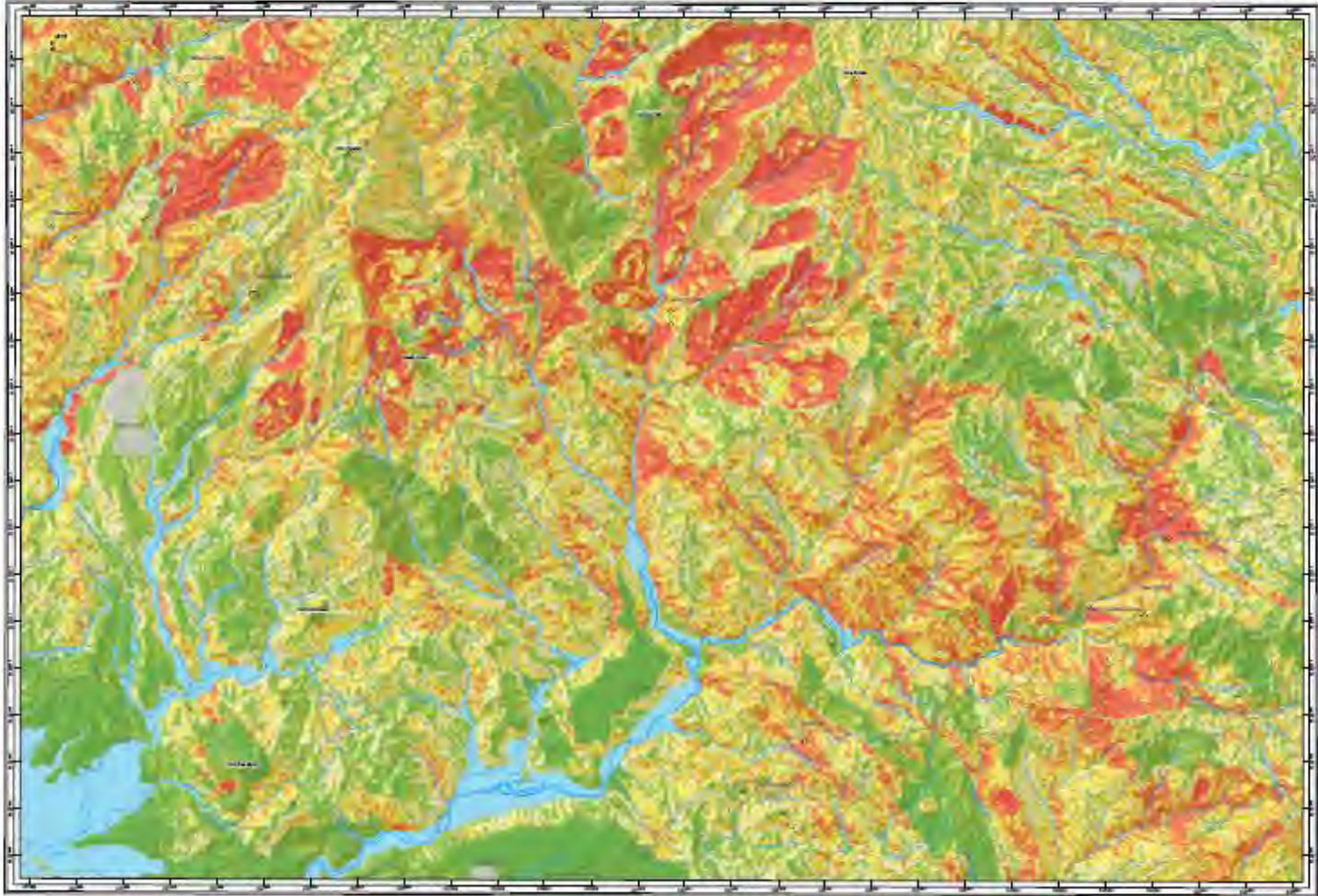




Servicio Geológico Checo,  
Edificio 112 (1. Planta),  
República Checa

REPÚBLICA DE COSTA RICA  
MAPA DE AMENAZAS NATURALES. HOJA 3246-II MIRAMAR

184601, Dirección de Geología y Minas,  
P.O. Box 10700, San José,  
Costa Rica



**Leyenda**  
Amenaza de los movimientos de laderas - susceptibilidad a las inestabilidades de laderas

el área en peligro de los movimientos de laderas (zona estable) (según el grado de peligro)

1	70
2	15

el área en peligro de los movimientos de laderas potencial (zona susceptible a perturbaciones - con ángulo limitado)

3	7
4	8

el área en peligro de movimientos de laderas (zona inestable)

5	15
6	2

el área en peligro de inundaciones - amenaza por planicie

el área en peligro alto de erosión, agrietamiento de sedimentos y avalanchas

el área con influencia marina (oceánica)



Elaboración: Ing. C. Soto,  
Ing. Geodesta y S. Soto,  
Ing. Geodesta y S. Soto,  
Procesamiento de datos: J. Soto



1:50,000  
Área: 1000000 m<sup>2</sup> (Superficie total) / 1000000 m<sup>2</sup> (Superficie total)

El Servicio Geológico de Costa Rica, con  
la colaboración de la Universidad de Costa Rica,  
elabora, publica y distribuye este mapa.  
Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente,  
San José, Costa Rica, 2010

para la planificación y emplazamiento de centros urbanos u obras de infraestructura.

# SIG - BASE DE DATOS

IR\_form : Formulář

Hoja 50 Miramar	Punto de refer. VZ0340Mi	Tipo de docum. Geology	Autor Žáček	Fecha 19.7.2007	N deg 10,001027	N min 0	N sec 0	W deg -84,578722	W min 0	W sec 0	altitude delete m
--------------------	-----------------------------	---------------------------	----------------	--------------------	--------------------	------------	------------	---------------------	------------	------------	----------------------

Tipo de afloramiento: **corte de camino** (dropdown menu open showing options like corte de carretera, depresión, deslizamiento, etc.)

Localidad: Guadalupe

Especificacion de afloramiento: deslizamiento reciente, 10 mts. l...

Inclinación: [dropdown] Descripción: andesita poco porfirítica macisa muy meteorizada

fotografía: [input] show\_photo: [input]

Záznam: 1 z 1

HydroGeology | Environment | Inestabilidad | Structural

Roca	Composition	Tamaño de grano
andesita	lava andesitica	fino hasta mediano

Espesor	Estructura	Map
[input]	[input]	<input type="checkbox"/>

Color [dropdown] Comentario [input]

Alteration: altamente metec [dropdown]

IDrock: 0

kapa: [input]

Sample

Sample\_type [dropdown]

Záznam: 1 z 1

Záznam: 1 z 1

Záznam: 817 z 967



2008\_geologie\_DMT\_fava.mxd - ArcMap - ArcEditor

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

1:23 646 Georeferencing Layer: hshd\_cha\_sz.sid Hawth's Tools

Editor Load Objects... Tab: Create New Feature TV 1228M

3D Analyst Layer: hshd\_cha\_sz.sid Layer: z\_geodatabase\_2008 Geostatistical Analyst

Terrain Preprocessing Terrain Morphology Watershed Processing Attribute Tools Network Tools ApUtilities Help

Topology

Mapa

- g\_reference\_points
- z\_geodatabase\_2008
  - g\_polygons2008
  - call other values>
  - osko\_2007\_
    - 01
    - 02
    - 03
    - 04
    - 05
    - 06
    - 07
    - 08
    - 09
    - 10
    - 11
    - 12

Display Source Selection

ArcToolbox

- 3D Analyst Tools
- Analysis Tools
- Cartography Tools
- Conversion Tools
- Data Interoperability Tools
- Data Management Tools
- Geocoding Tools
- Geostatistical Analyst Tools
- Linear Referencing Tools
- Multidimension Tools
- Network Analyst Tools
- Samples
- Server Tools
- Spatial Analyst Tools
- Spatial Statistics Tools
- Tracking Analyst Tools

Identify

Identify from: <Top-most layer>

g\_reference\_points Location: 855,500 -683,500 Meters

Field	Value
OBJECTID	256
Shape	Polygon
Raster	<Raster>
Name	228A Laguna - konvoluce pisků.JPG
Shape_Length	6160
Shape_Area	2342016
author_code	TV
year_	2006
point_no_ID	TV1228M

Identified 2 Features

Raster Viewer

www

Drawing Spatial Analyst Layer: hshd\_cha\_sz.sid



## **AGRADECIMIENTO**

- **DGM – Francisco Castro, Marlen Salazar, Alberto Vazquez, Enrique Quintanilla y Sofia Huapaya**
- **Embajada Checa, sobre todo al señor Embajador Milan Jakobec**
- **Guillermo Alvarado I., Keneth E. Bolaños Rigoberto B. Rodriguez, Raul y Rolando Mora**
  
- **Y algunos vecinos de Miramar, Bajo la Paz, Juntas, La Sierra,..... que nos colaboraron durante la ejecución de este proyecto.**



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**

