



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



LA GEOLOGÍA EN LA CONSERVACIÓN

Boletín 191 del Patrimonio Geológico

San Antonio Abad de Cuzco

Machu Picchu, 100 años de su redescubrimiento con el mundo 1911-2011

La Geología en la Conservación de Machupicchu

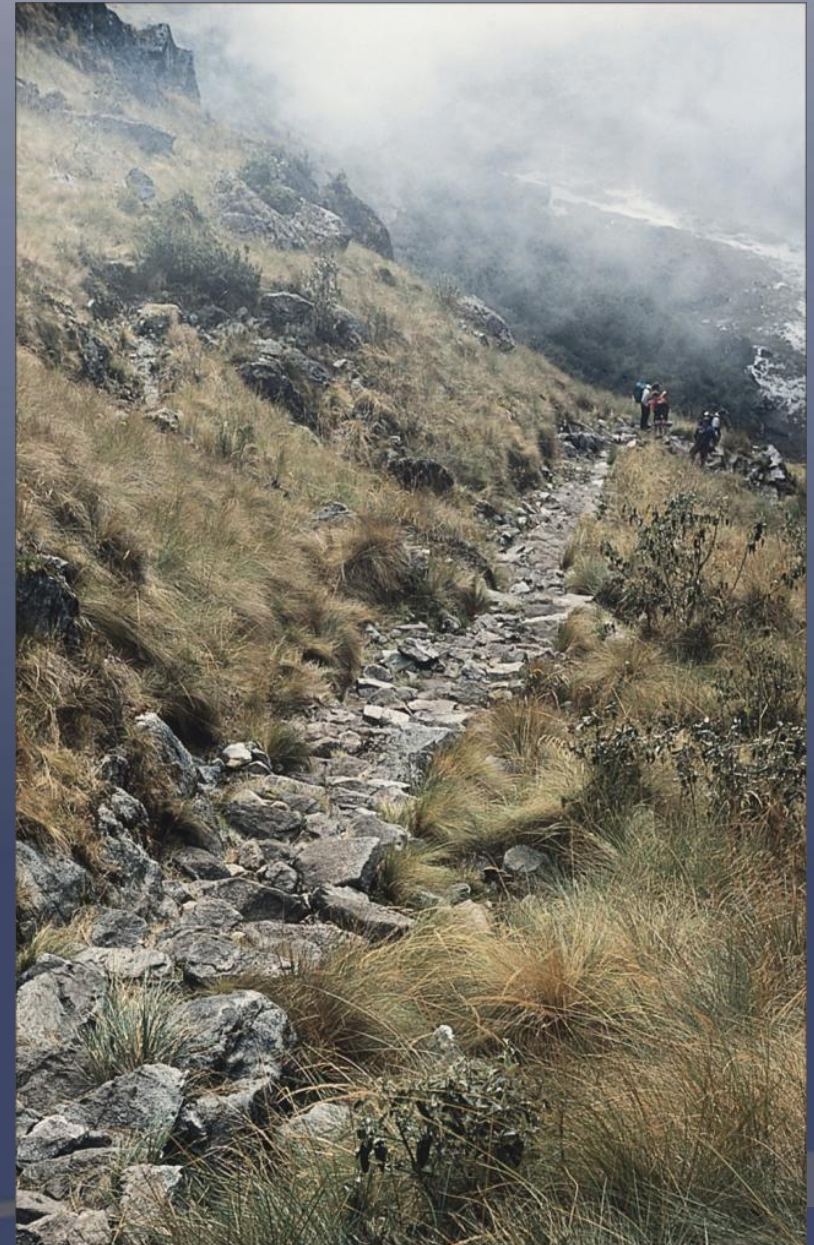
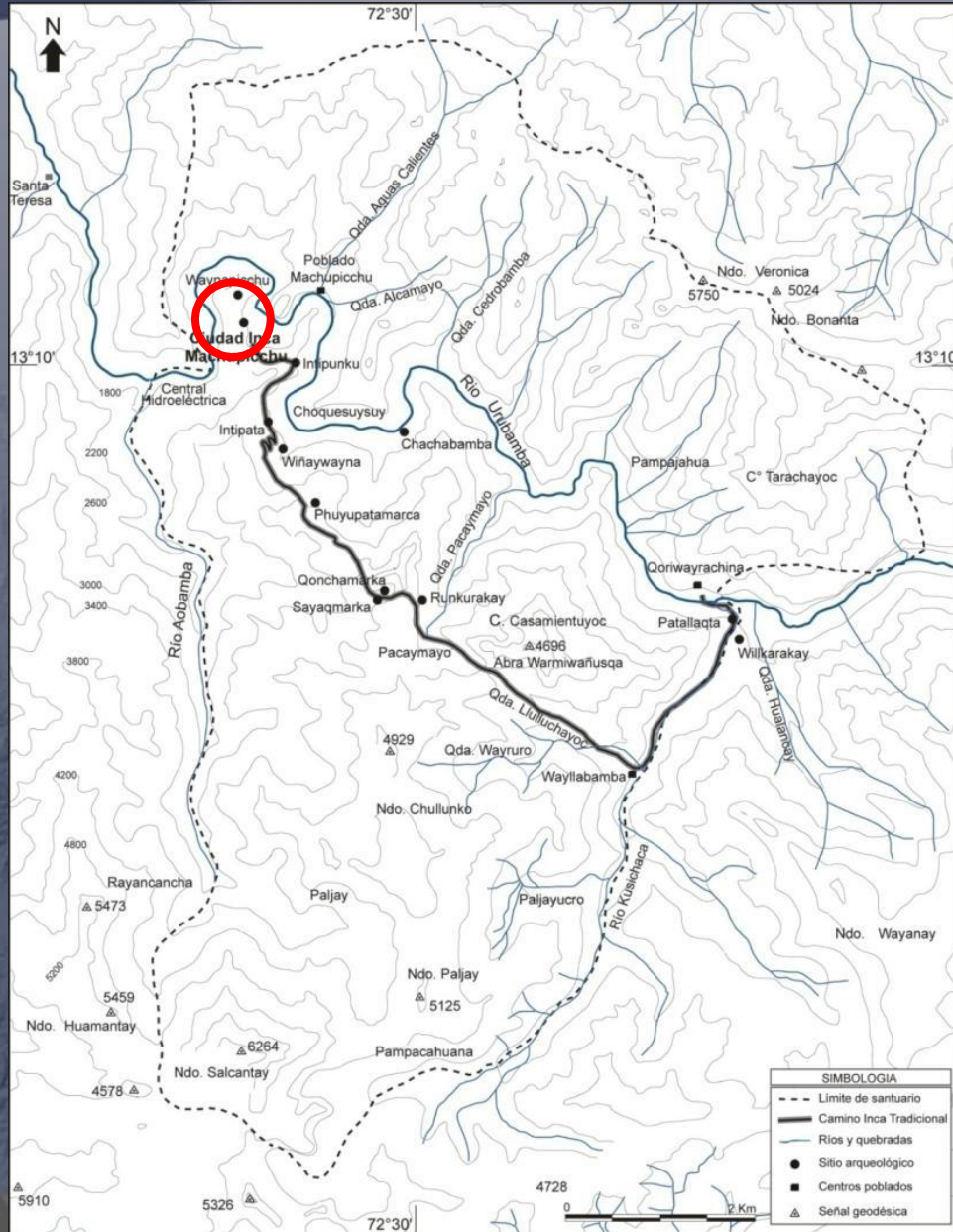
Victor Carlotto Caillaux
José Cárdenas Roque
Lionel Fidel Smoll

Víctor Carlotto, José Cárdenas, Lionel Fidel,

INGEMMET

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco





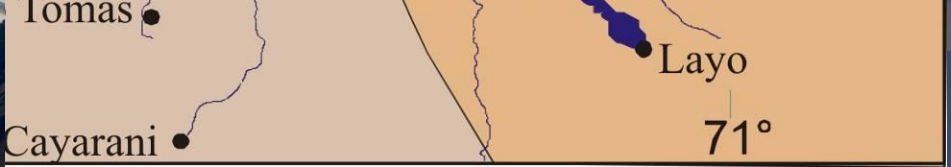


PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

GEOMORFOLOGIA





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET





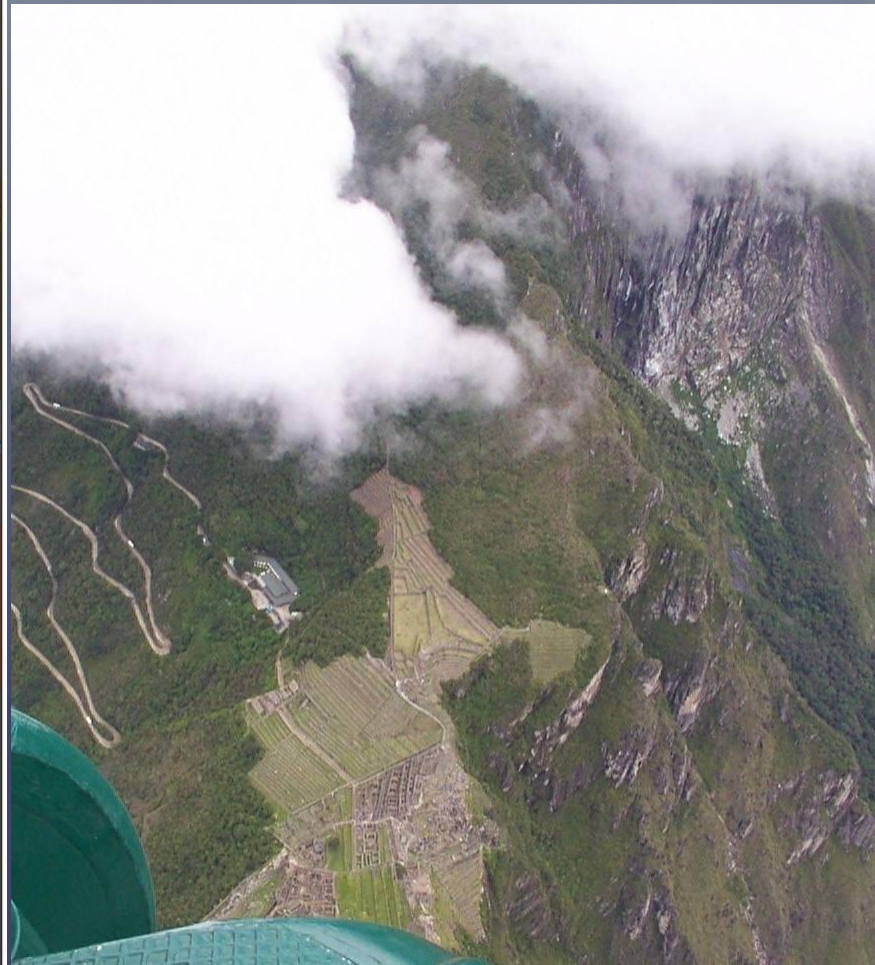
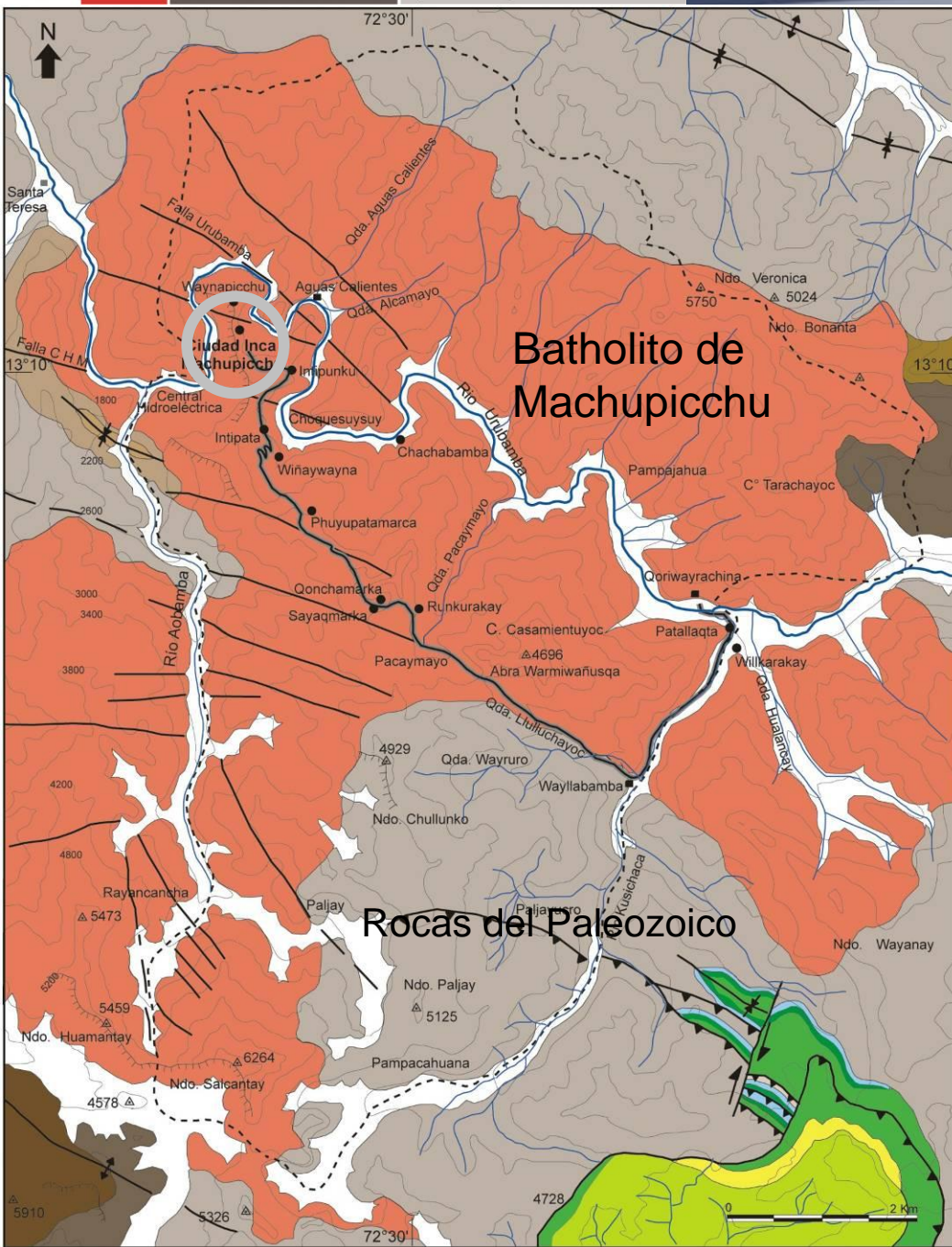
PERÚ

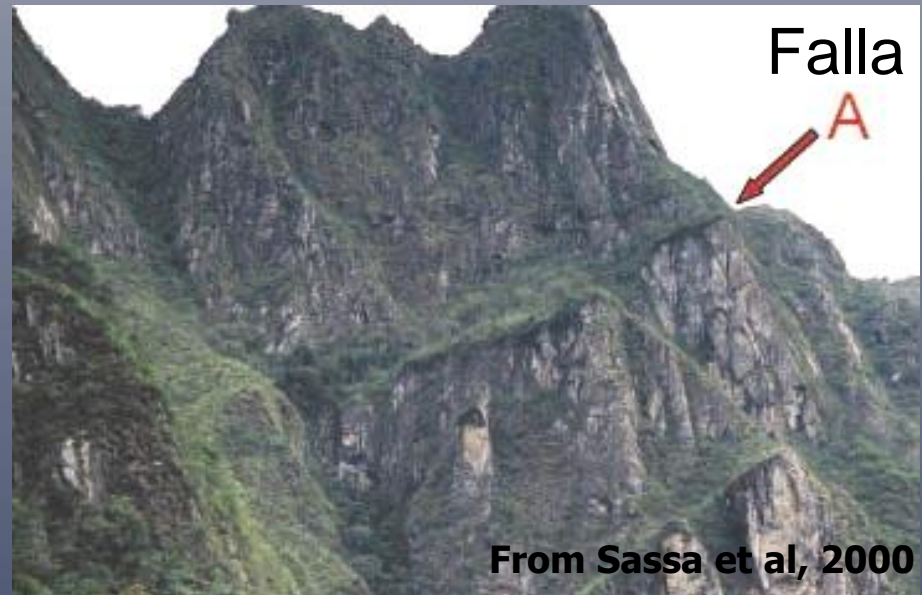
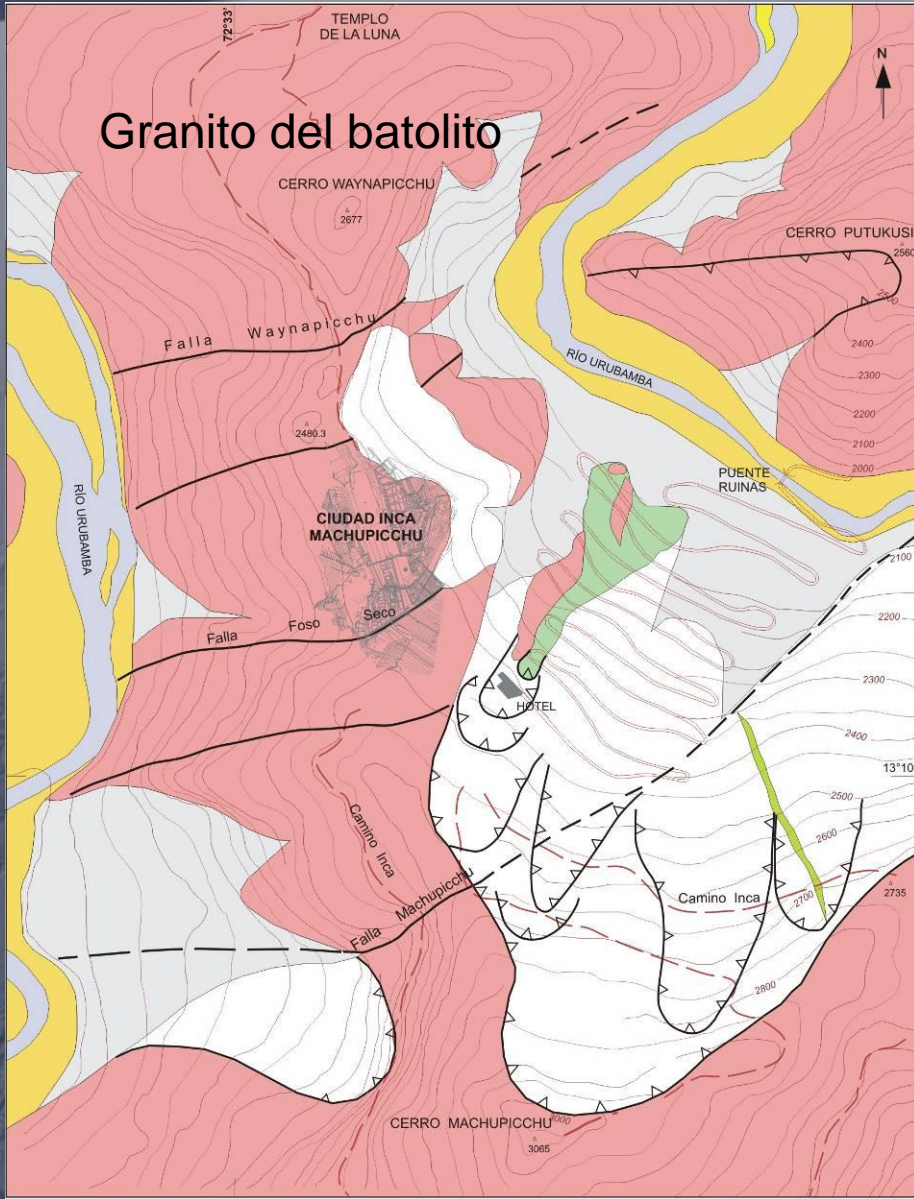
Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

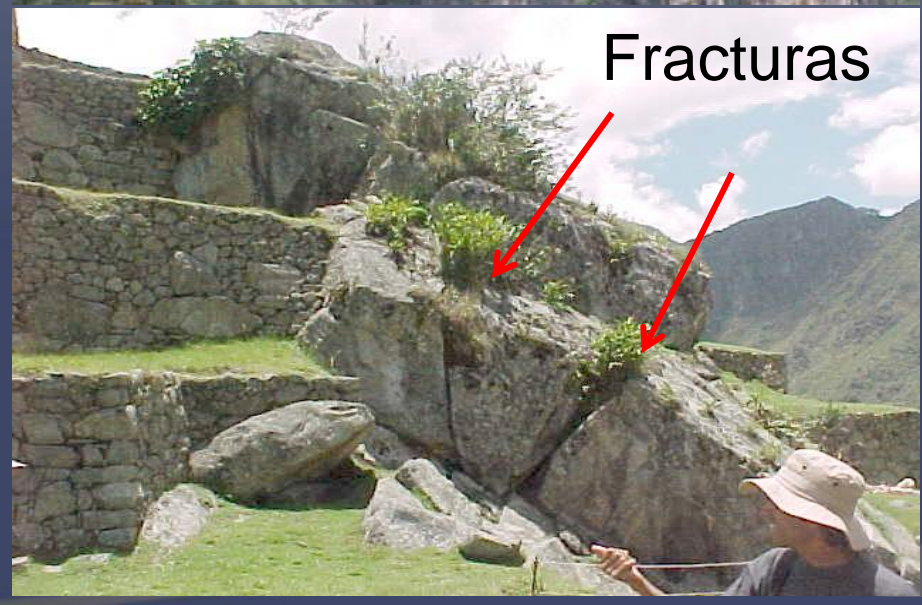


GEOLOGIA

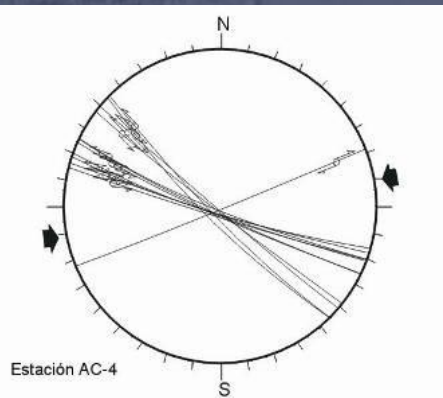
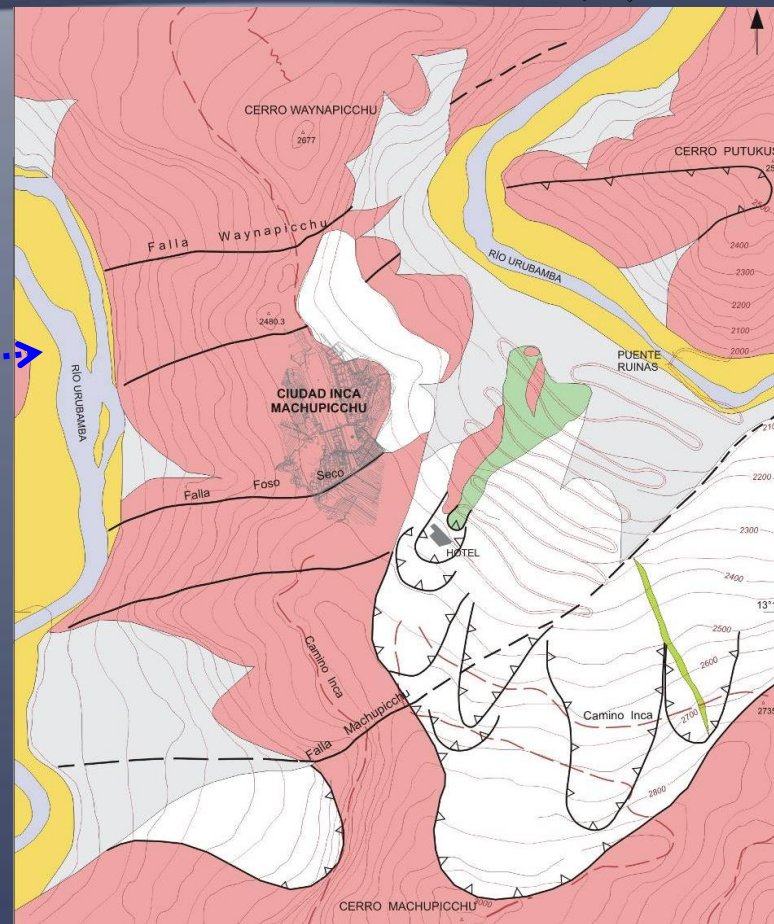
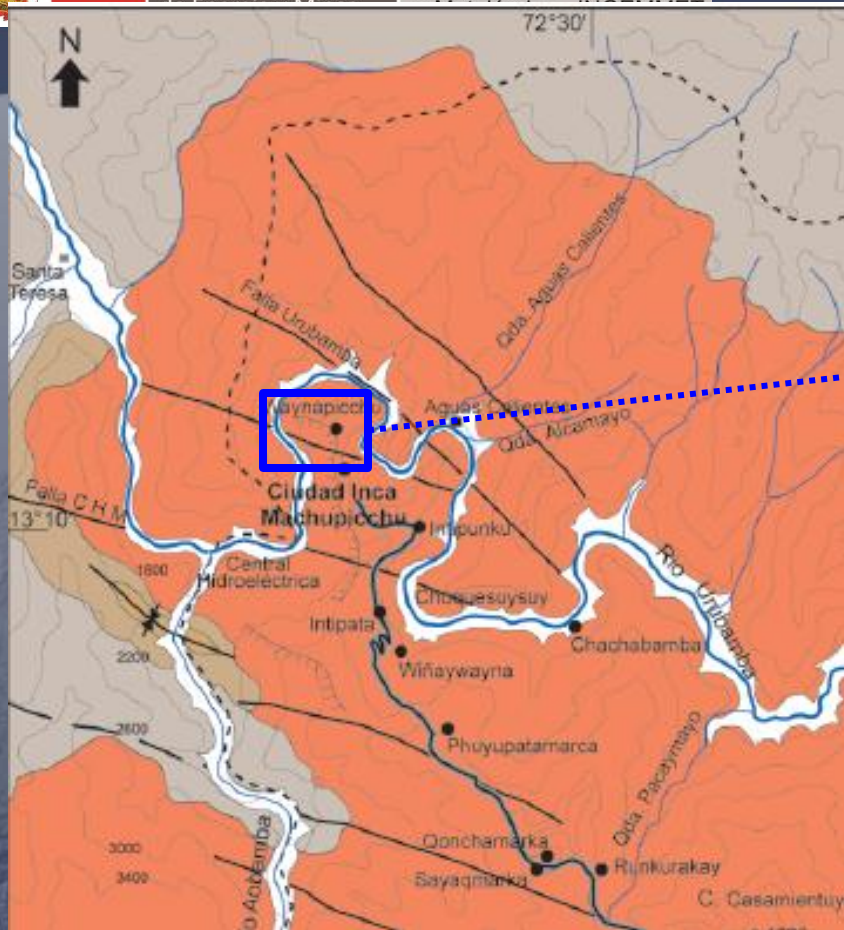




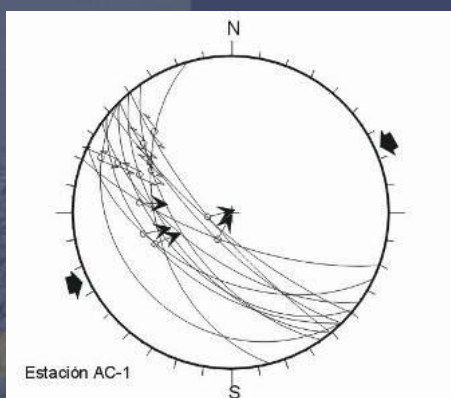
From Sassa et al, 2000



Fracturas



Estación AC-4



Estación AC-1

Las fallas geológicas no son activas, no originan sismos

MAPA DE ISOSISTAS

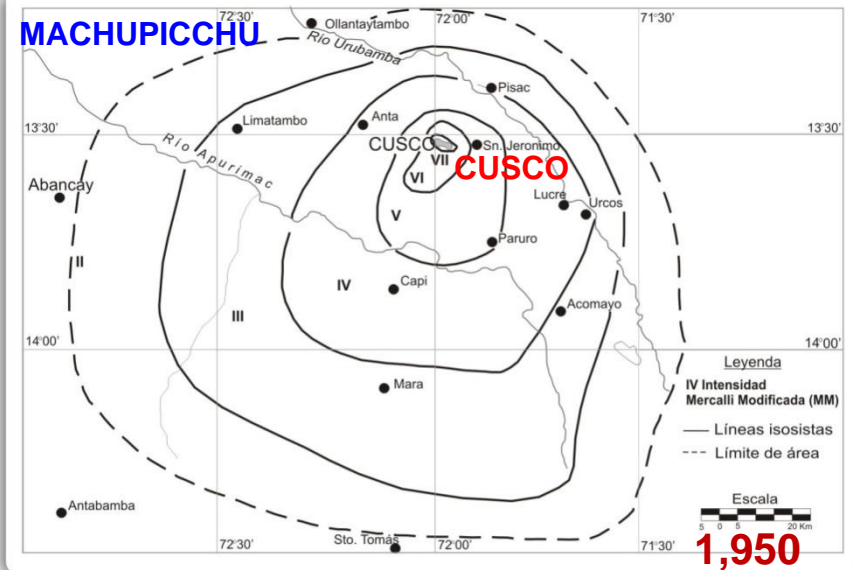


Fig. 10a. Mapa de isosistas del sismo del 21 de mayo de 1950 en Cusco (Silgado, 1950)

Los mapas de isointensidades indican que Machupicchu no ha sido afectada por los mayores sismos registrados en la región de Cusco

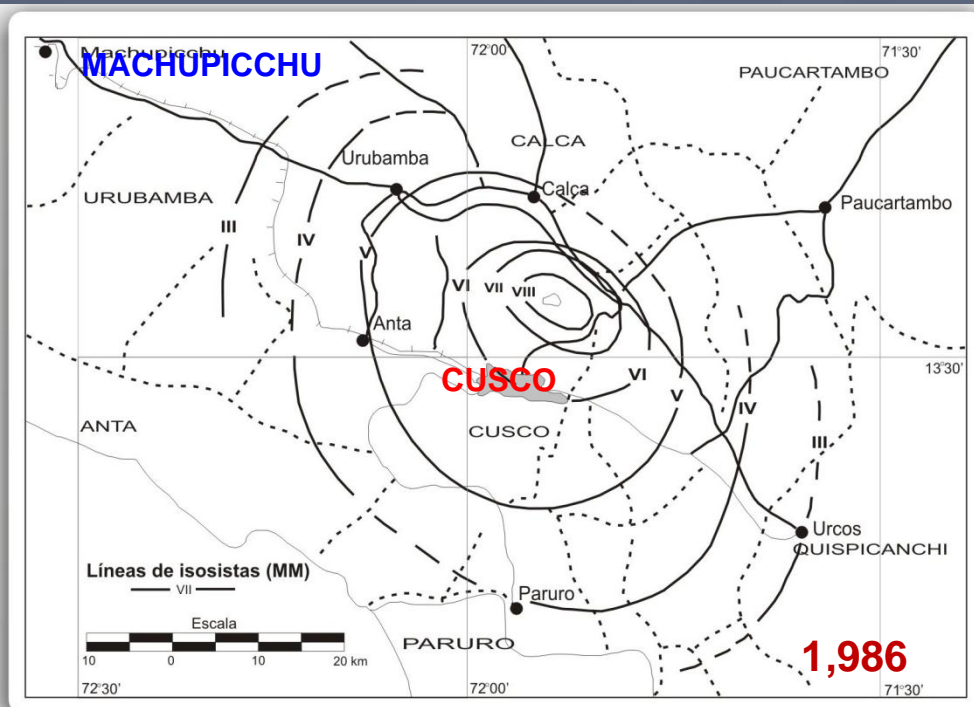
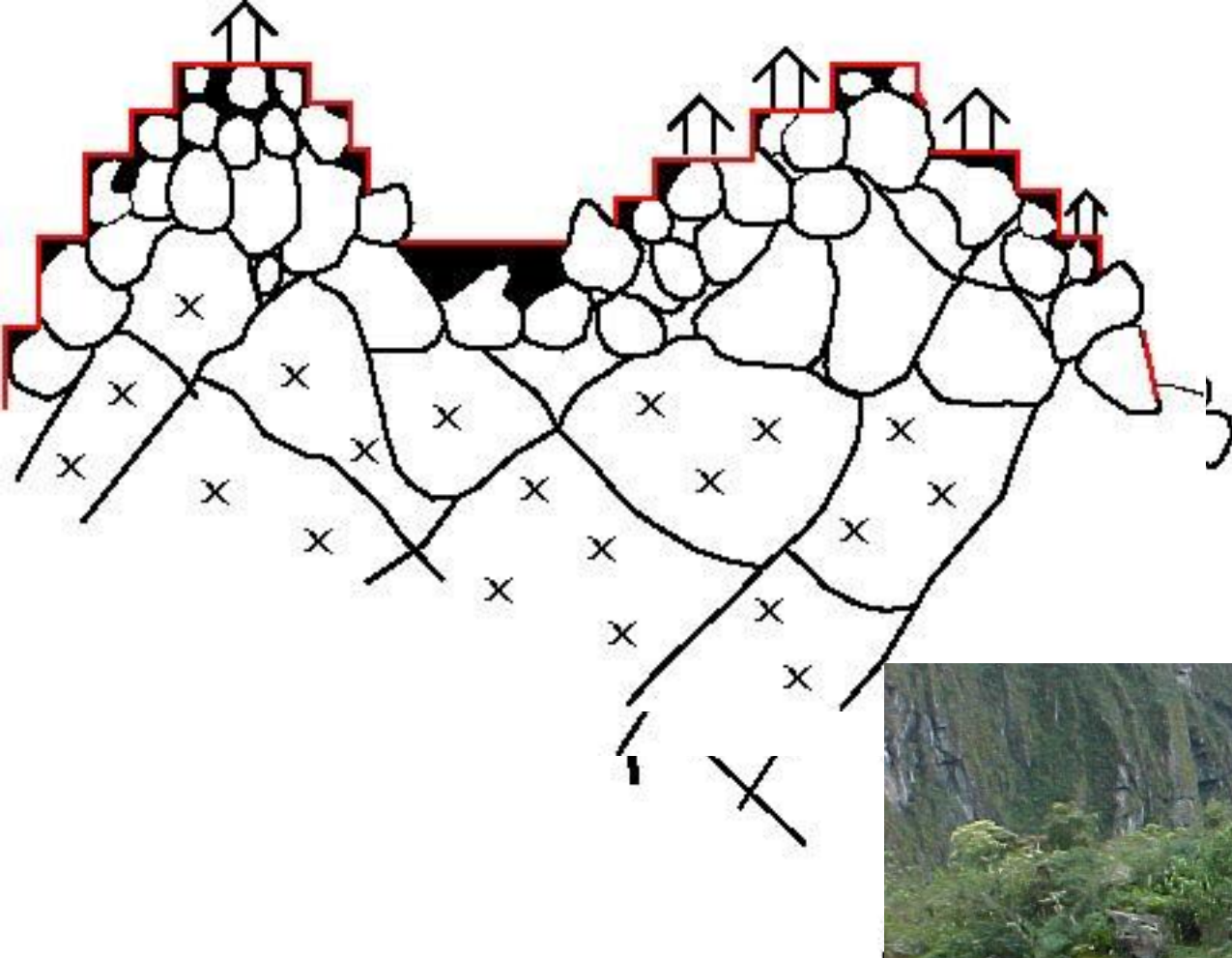


Fig. 10b. Mapa de isosistas del sismo del 5 de abril de 1986 en Cusco (Huaco et al., 1986).

CAOS GRANITICO





La cantera



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





TEMPLO DE LAS TRES VENTANAS





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

TEMPLO DEL SOL -TORREON

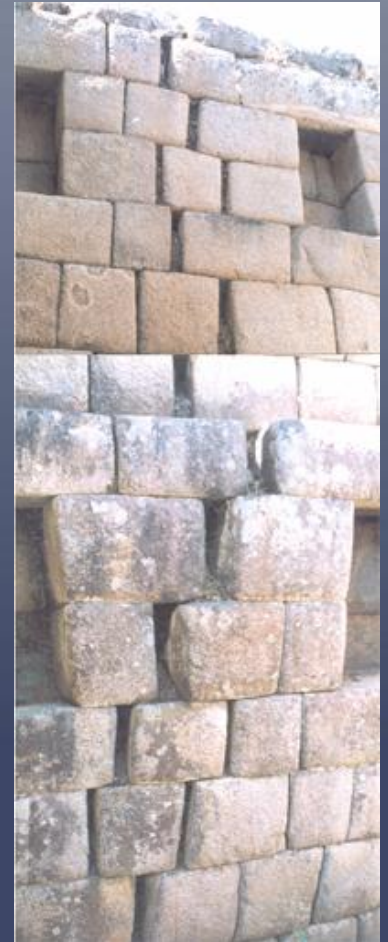




PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

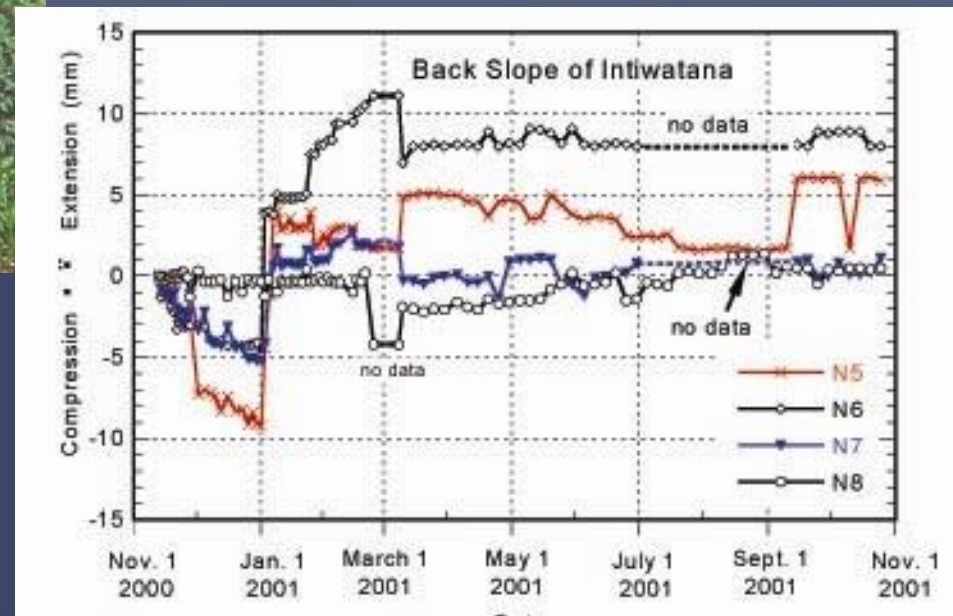


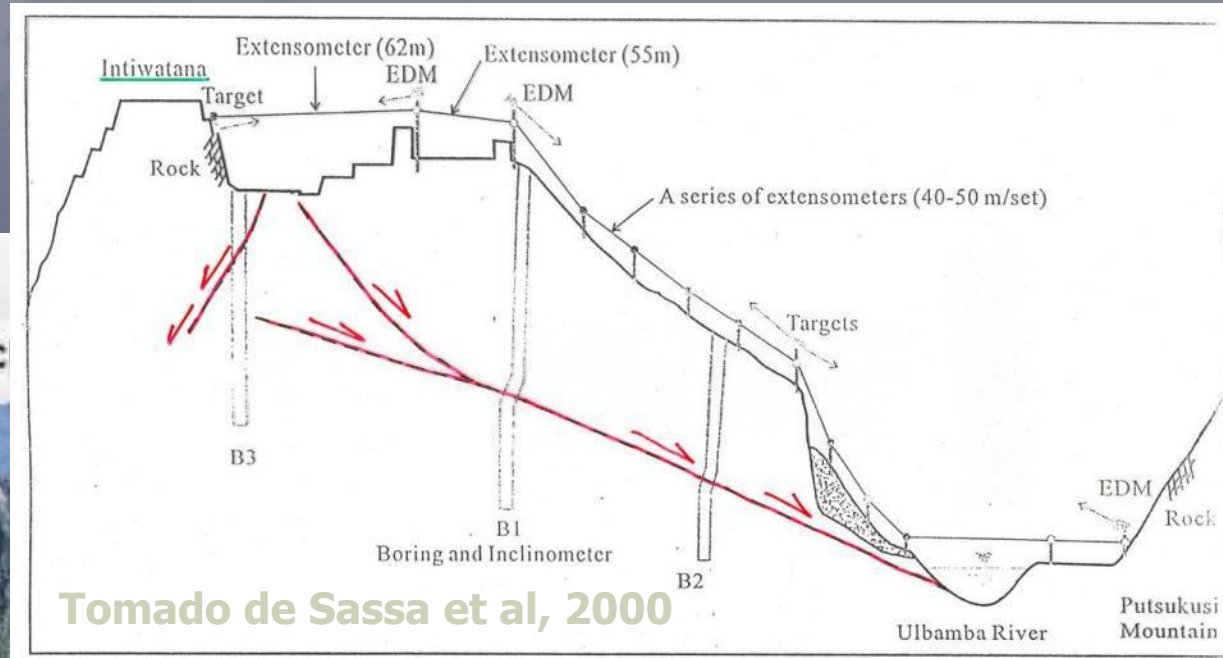


PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





01/10/27

INGEMMET- SERVICIO GEOLOGICO DE CANADA-UNSAAC

INVESTIGACIONES GEOFISICAS

Métodos electromagnéticos

Métodos de resistividad

Métodos de radar de penetración al suelo (GPR)



UBICACIÓN DE LA LÍNEA DE RESISTIVIDAD



Cabecera de deslizamiento de Sassa



PERÚ

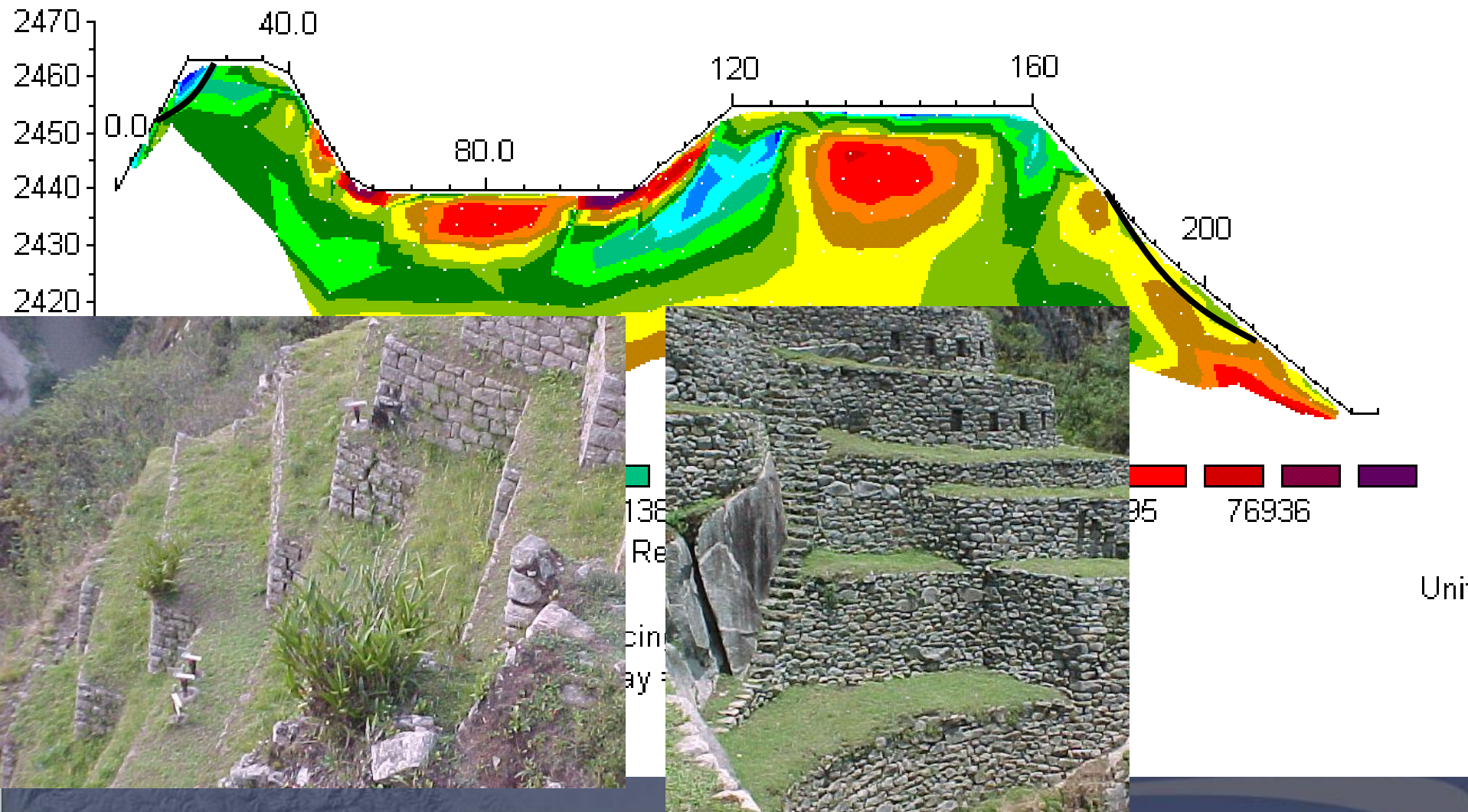
Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



Model resistivity with topography

Elevation Iteration 4 RMS error = 20.0



UBICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE GPR

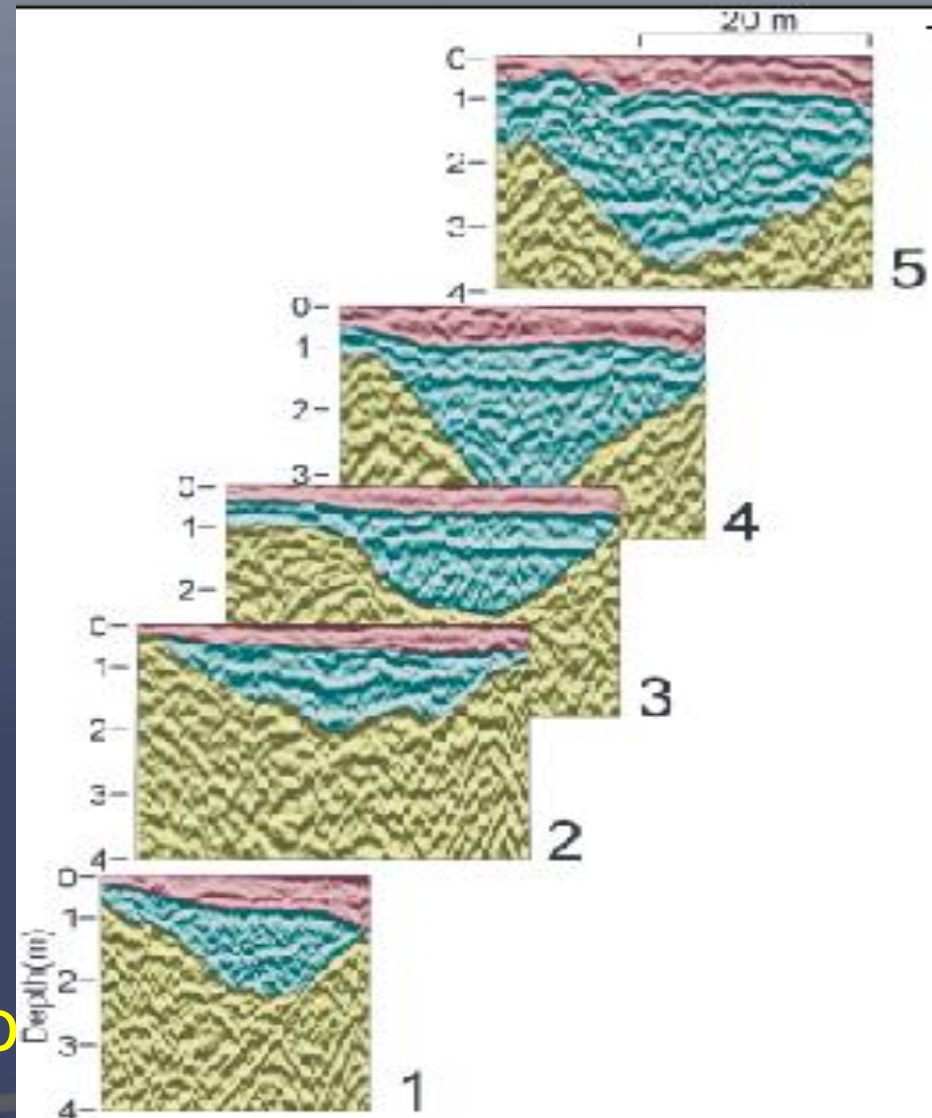
Cabecera de deslizamiento de Sassa



SECCIÓN GPR EN LA PLAZA PRINCIPAL

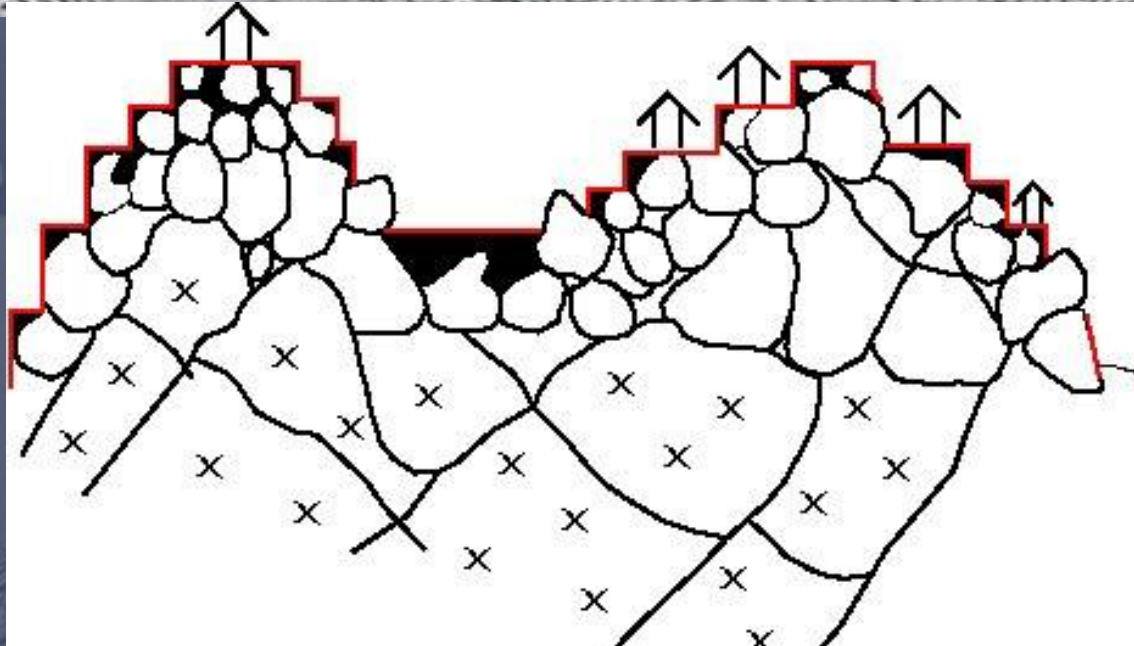
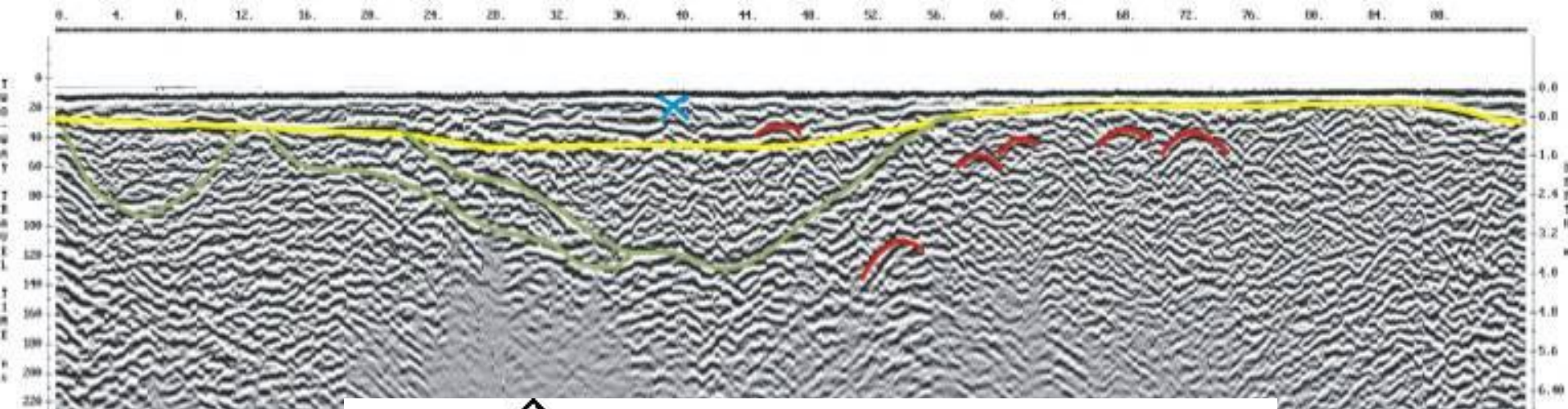
Línea 1 al extremo
sur de la Plaza

- Facies rojas son suelo
- Facies azules son detritos y bloques de roca (caos granítico)
- Facies amarillas son roca madre



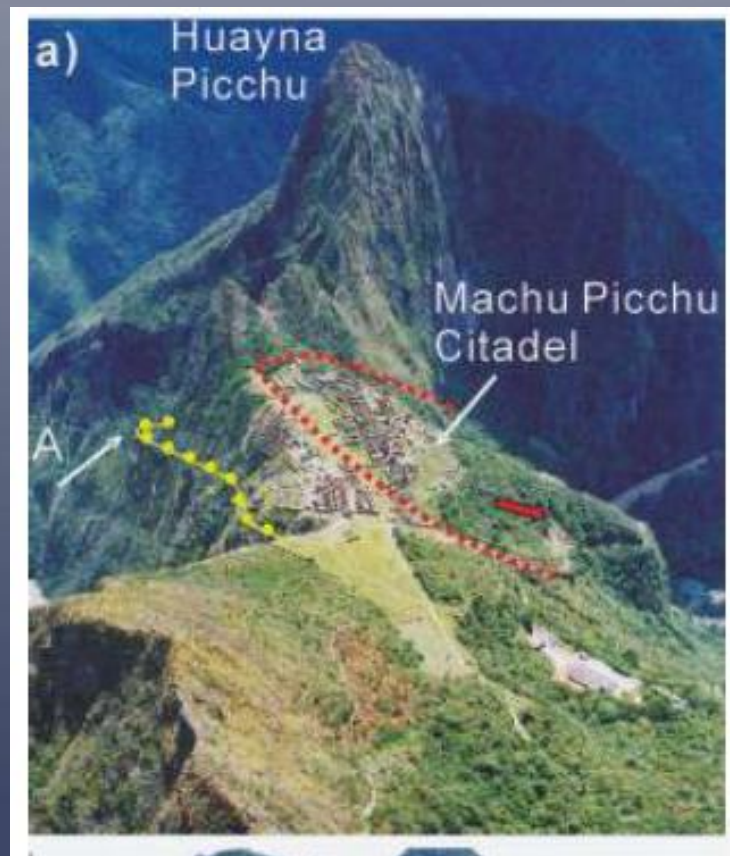
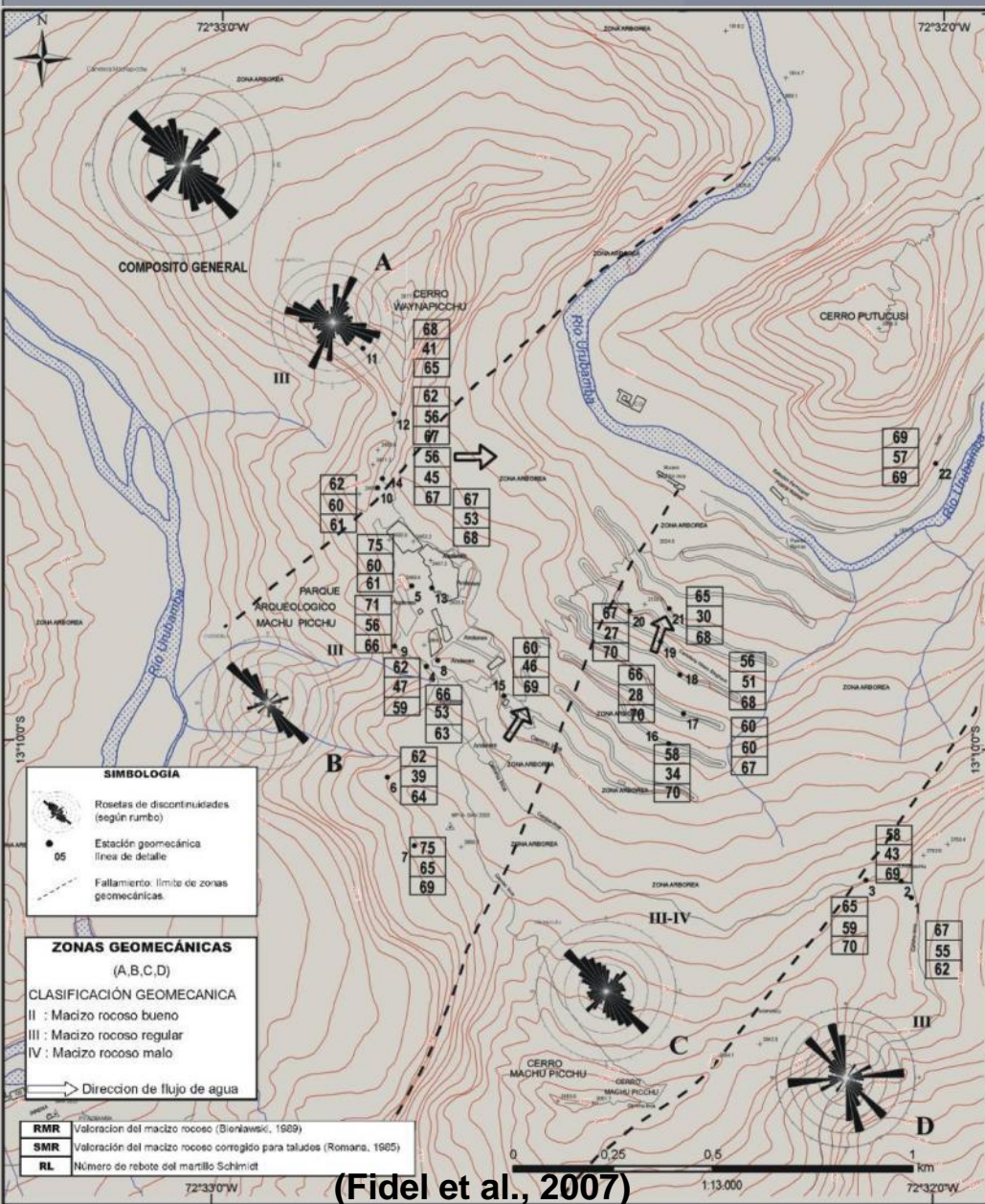
Aquí tampoco se ve el plano
de deslizamiento

Linea 5 - Radar - Plaza principal



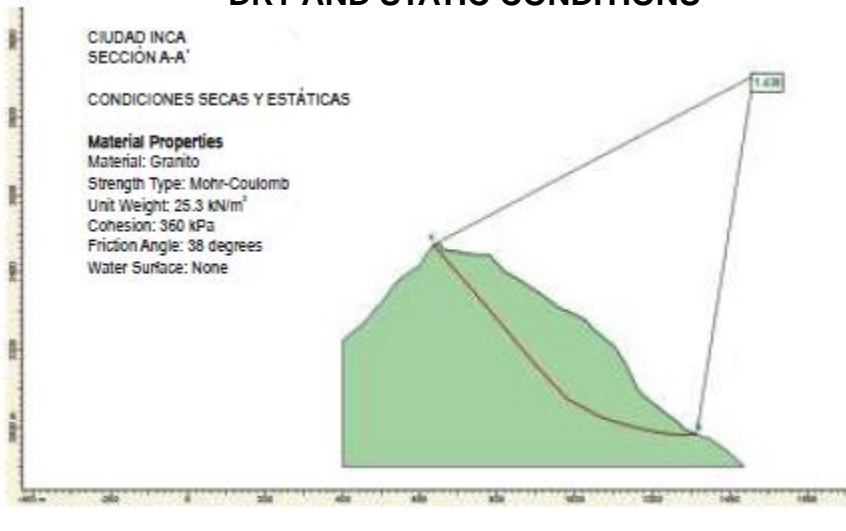
Sección georadar que confirma el modelo propuesto por Carlotto (1993)

ESTUDIO GEOMECÁNICO Y ESTABILIDAD DE TALUDES

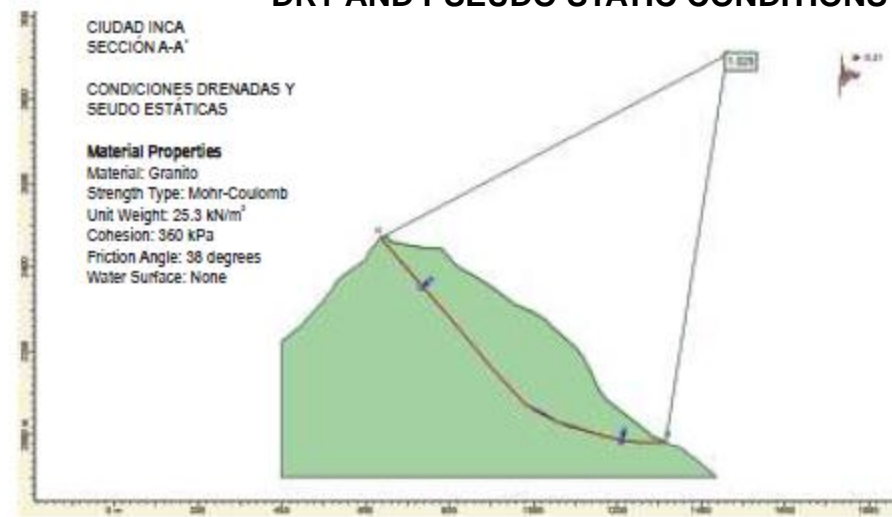


El INGEMMET efectuó un estudio geomecánico y una evaluación de las condiciones de estabilidad de la ciudad, los que concluyen que bajo parámetros extremos esta ladera es estable.

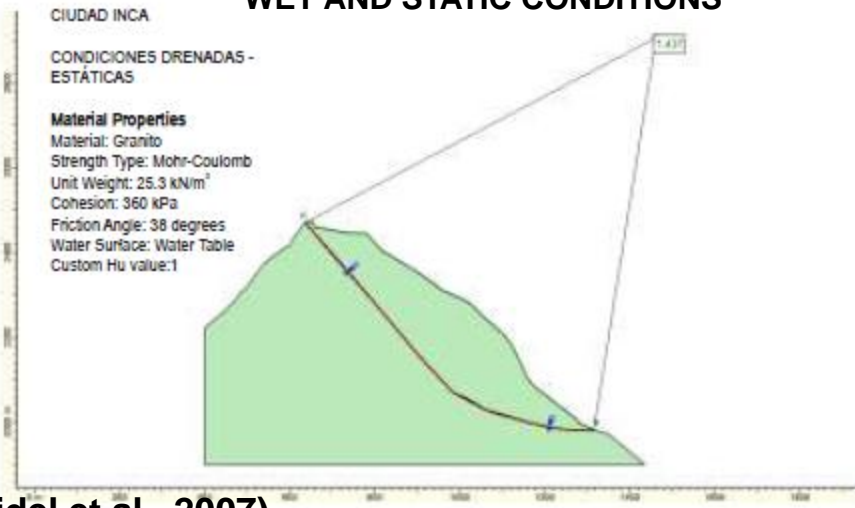
DRY AND STATIC CONDITIONS



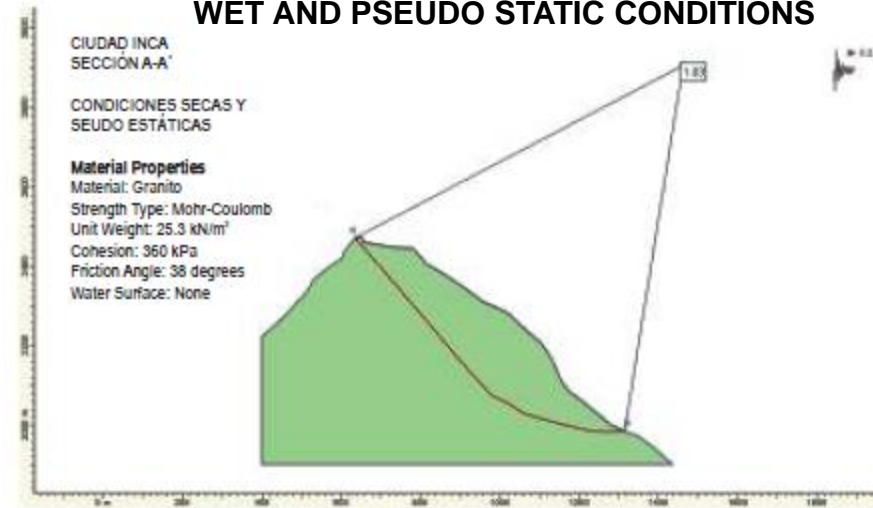
DRY AND PSEUDO STATIC CONDITIONS



WET AND STATIC CONDITIONS



WET AND PSEUDO STATIC CONDITIONS



(Fidel et al., 2007)

En consecuencia, el posible plano de deslizamiento propuesta por Sassa et al. (2001, 2002, 2005) no se desarrolla bajo las condiciones extremas calculadas, lo que corrobora los resultados geológicos y geofísicos propuestos por los diferentes grupos de investigación y, particularmente, la misión peruano-canadiense.

RESULTADOS DEL TALLER INTERNACIONAL DE DESLIZAMIENTOS EN MACHU PICCHU (CUSCO-PERÚ)



Consorcio Internacional de Deslizamientos (ICL), Instituto Nacional de Cultura (INC), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).



PERÚ

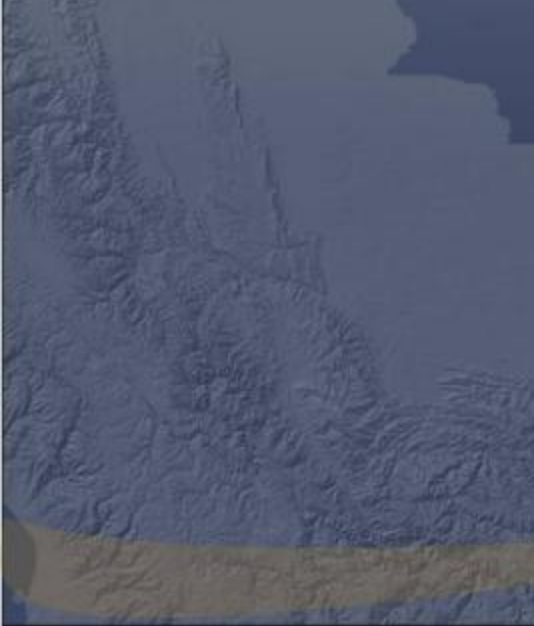
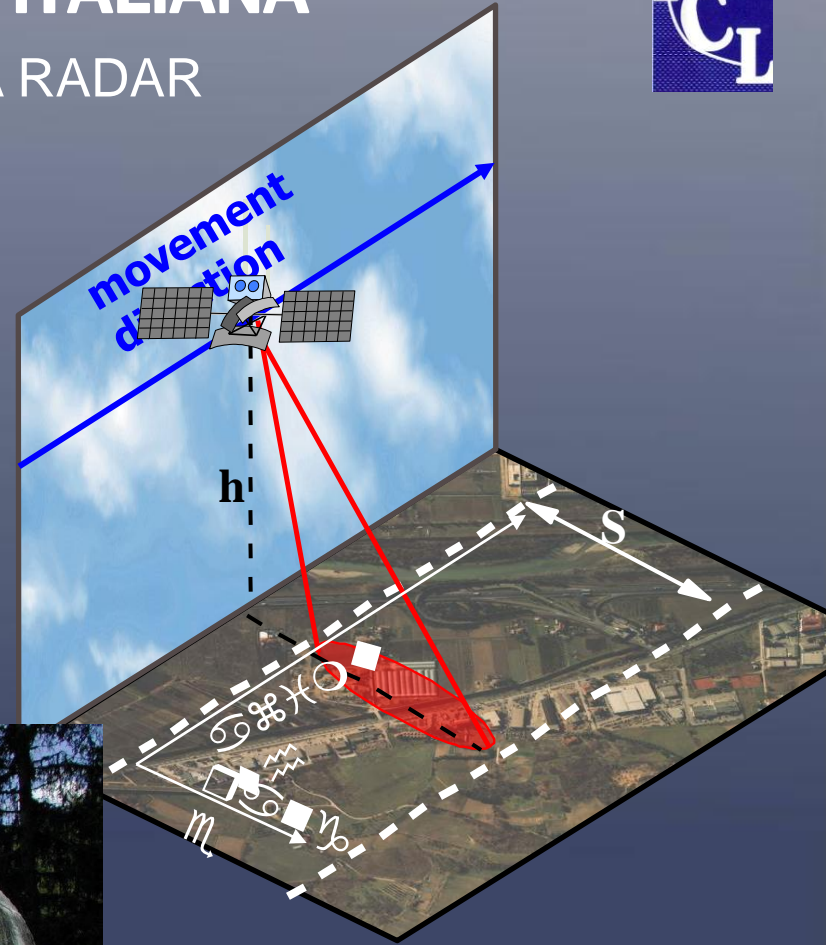
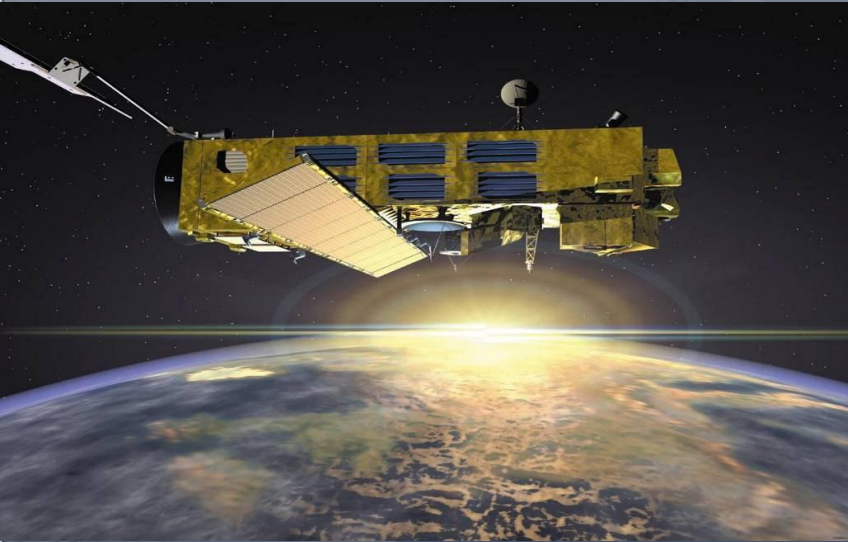
Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



MISIÓN CIENTÍFICA ITALIANA

INTERFEROMETRIA RADAR



CONCLUSIÓN MISIÓN ITALIANA

Los deslizamientos son sustantivamente superficiales no conformando al momento, la hipótesis de un grande y profundo movimiento de masas que involucre a toda la ciudadela.





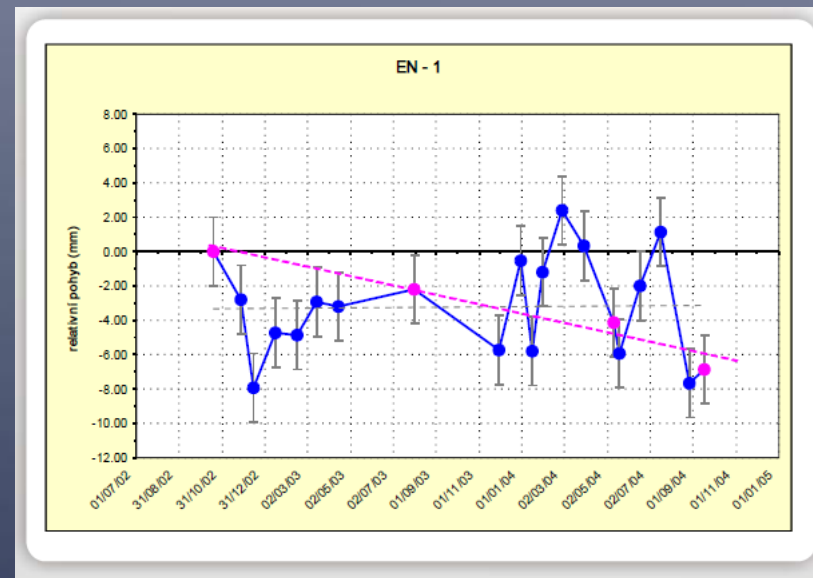
PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

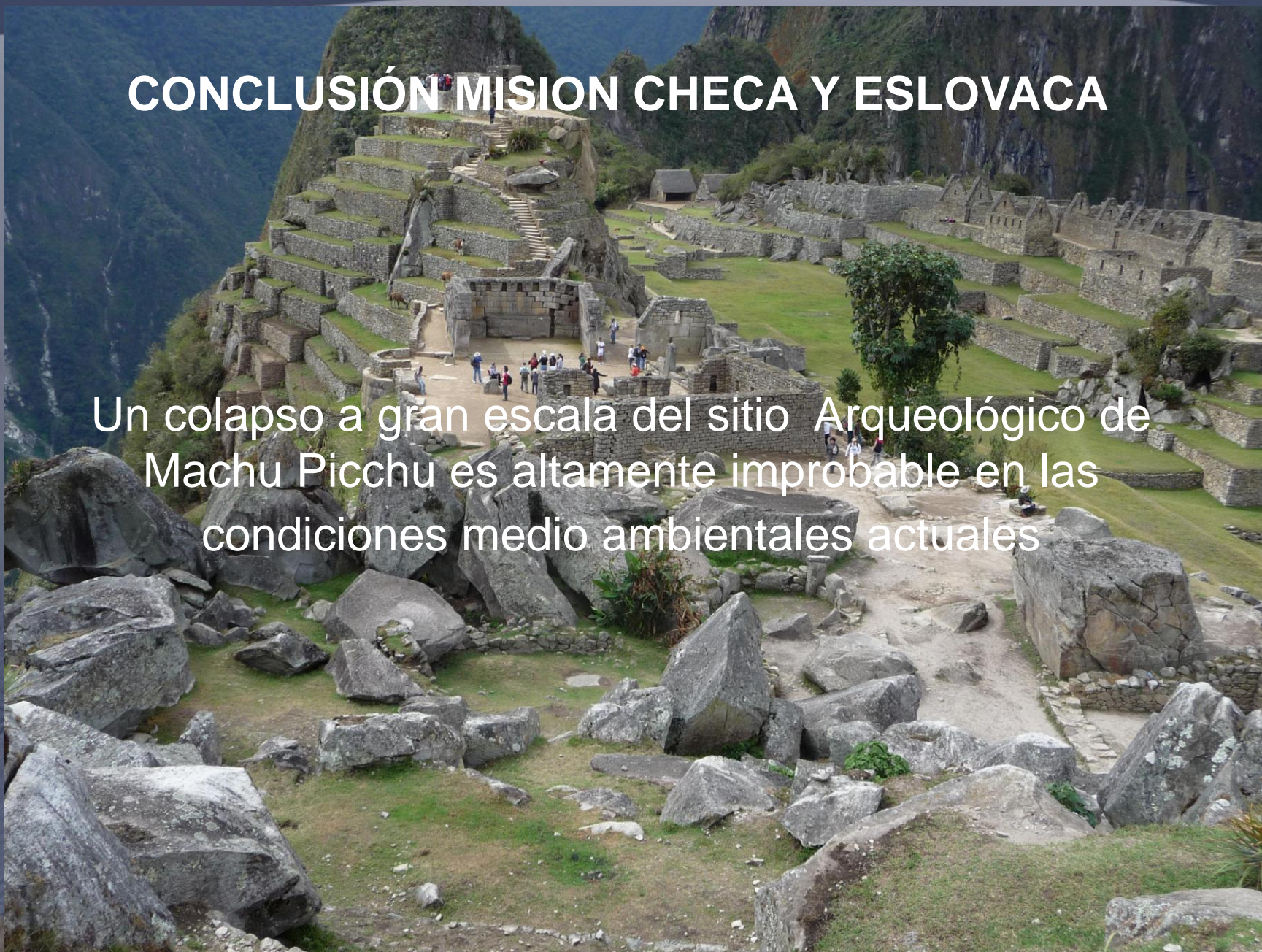


MISIÓN DE LAS REPUBLICAS CHECA Y ESLOVAQUIA



CONCLUSIÓN MISION CHECA Y ESLOVACA

Un colapso a gran escala del sitio Arqueológico de Machu Picchu es altamente improbable en las condiciones medio ambientales actuales



EQUIPO JAPONÉS DE INVESTIGACIÓN EN DESLIZAMIENTOS

El Bloque n° 1 está activo actualmente, basado en el monitoreo de deslizamientos. ①

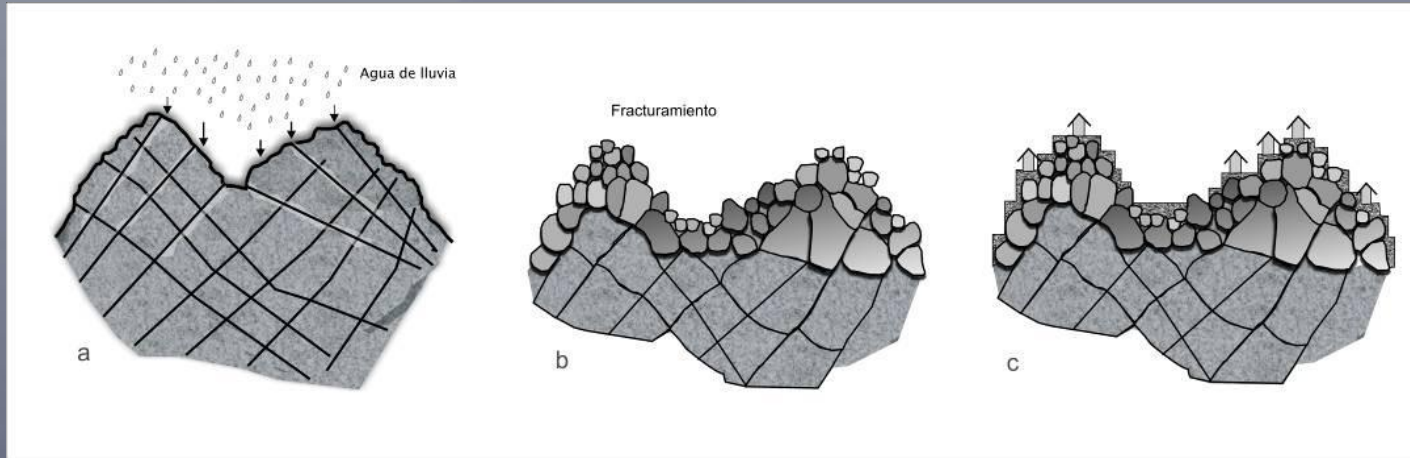
Son necesarios trabajos posteriores, investigación de campo y monitoreos amplios para evaluar riesgos de deslizamientos en el Bloque n° 2.

Identificación de etapas precursoras de deslizamientos ubicados en lo profundo, son actualmente uno de las mas importantes tópicos en el campo de la ciencia de deslizamientos.

CONCLUSIÓN MISION PERUANO-CANADIENSE

No hay evidencias geológicas ni geofísicas de un deslizamiento profundo y de grandes dimensiones que pueda dañar o destruir la ciudadela Inca de Machu Picchu. Los fenómenos existentes son superficiales y afectan las construcciones incas, por lo que proponemos que las investigaciones futuras sean priorizadas y orientadas en la protección y conservación de la ciudadela y otros sitios culturales del Santuario Histórico de Machu Picchu.

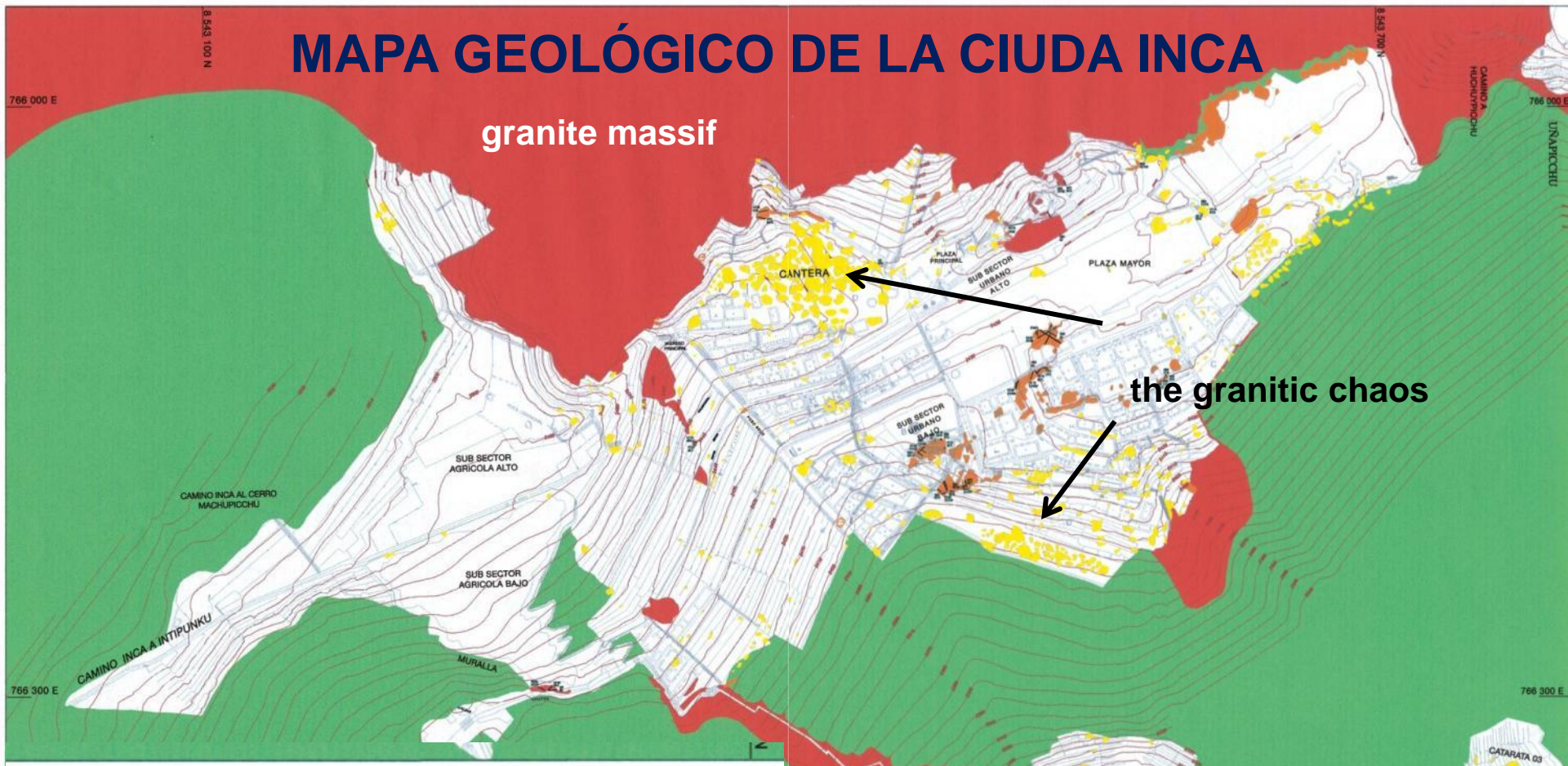
ENTONCES QUE HACER EN MACHUPICCHU



MAPA GEOLÓGICO DE LA CIUDA INCA

granite massif

the granitic chaos



LEYENDA

SIMBOLOS

- MATERIAL DE RELLENO-CONSTRUCCIONES
- DEPOSITOS COLUVIALES
- BLOQUES DE GRANITO SEPARADOS: CAOS GRANÍTICO
- GRANITOS MUY FRACTURADOS Y MOVIDOS POR GRAVEDAD
- AFLORAMIENTOS DE GRANITOS

- CONTACTOS
- FRACTURAS
- CURVAS DE NIVEL

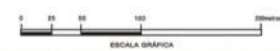


LEYENDA

SIMBOLOS

- MATERIAL DE RELLENO-CONSTRUCCIONES
- DEPOSITOS COLUVIALES
- BLOQUES DE GRANITO SEPARADOS: CAOS GRANÍTICO
- GRANITOS MUY FRACTURADOS Y MOVIDOS POR GRAVEDAD
- AFLORAMIENTOS DE GRANITOS

- CONTACTOS
- FRACTURAS
- CURVAS DE NIVEL



LOS FENÓMENOS DE GEODINÁMICA EXTERNA

SUFUSION



EROSIÓN SUPERFICIAL



ASENTAMIENTO

DESLIZAMIENTOS





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

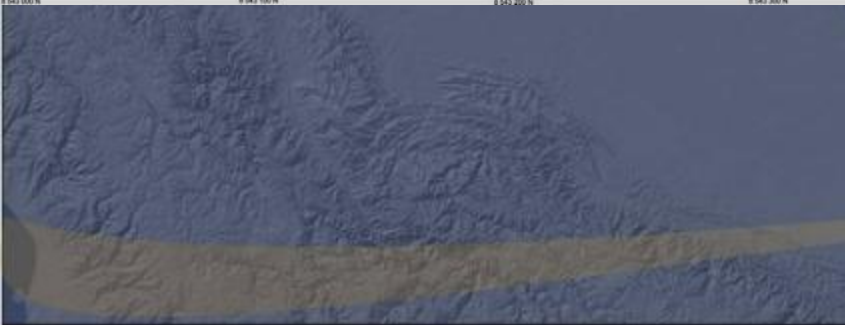
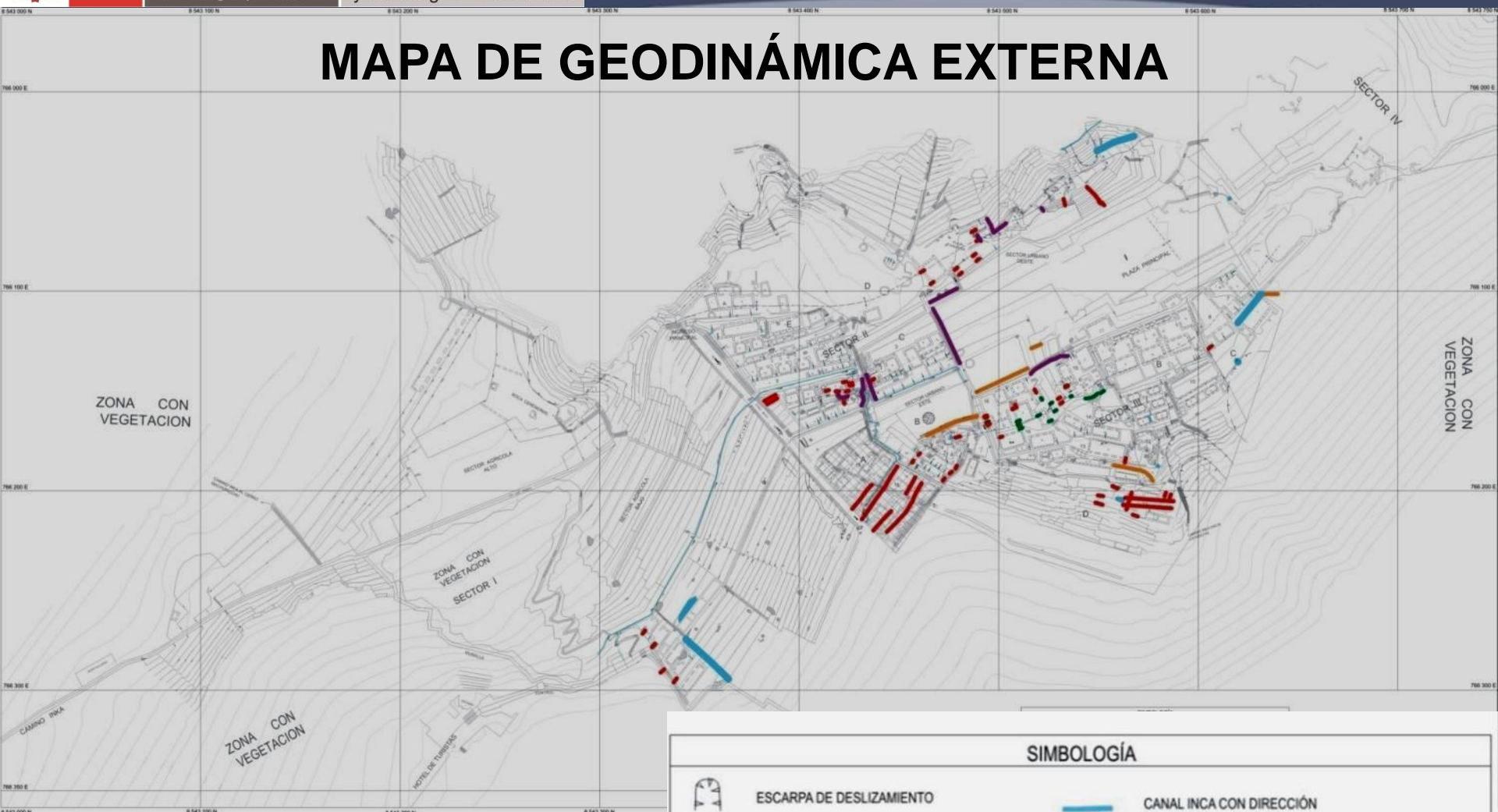


REPTACION



DERRUMBES Y CAIDA DE ROCAS

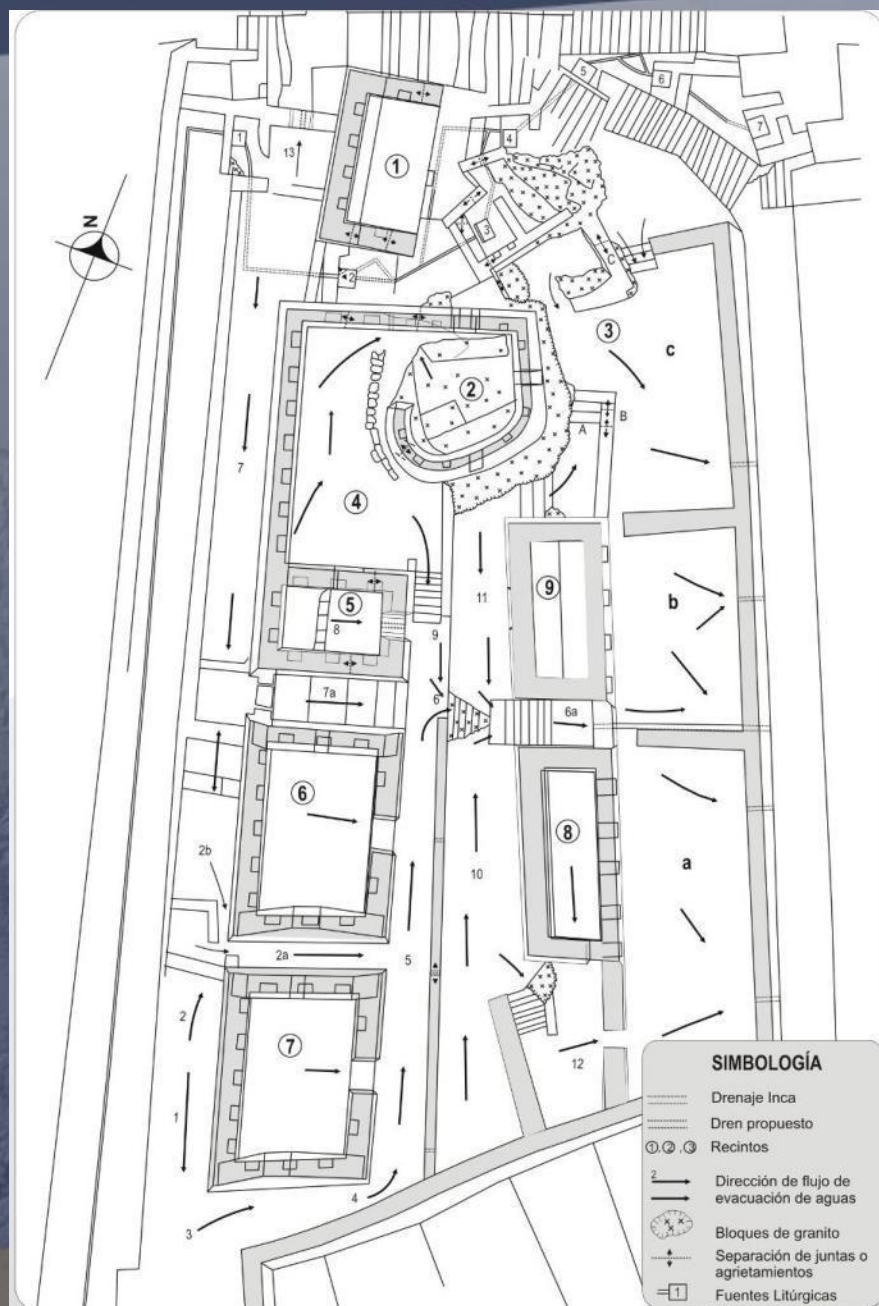
MAPA DE GEODINÁMICA EXTERNA



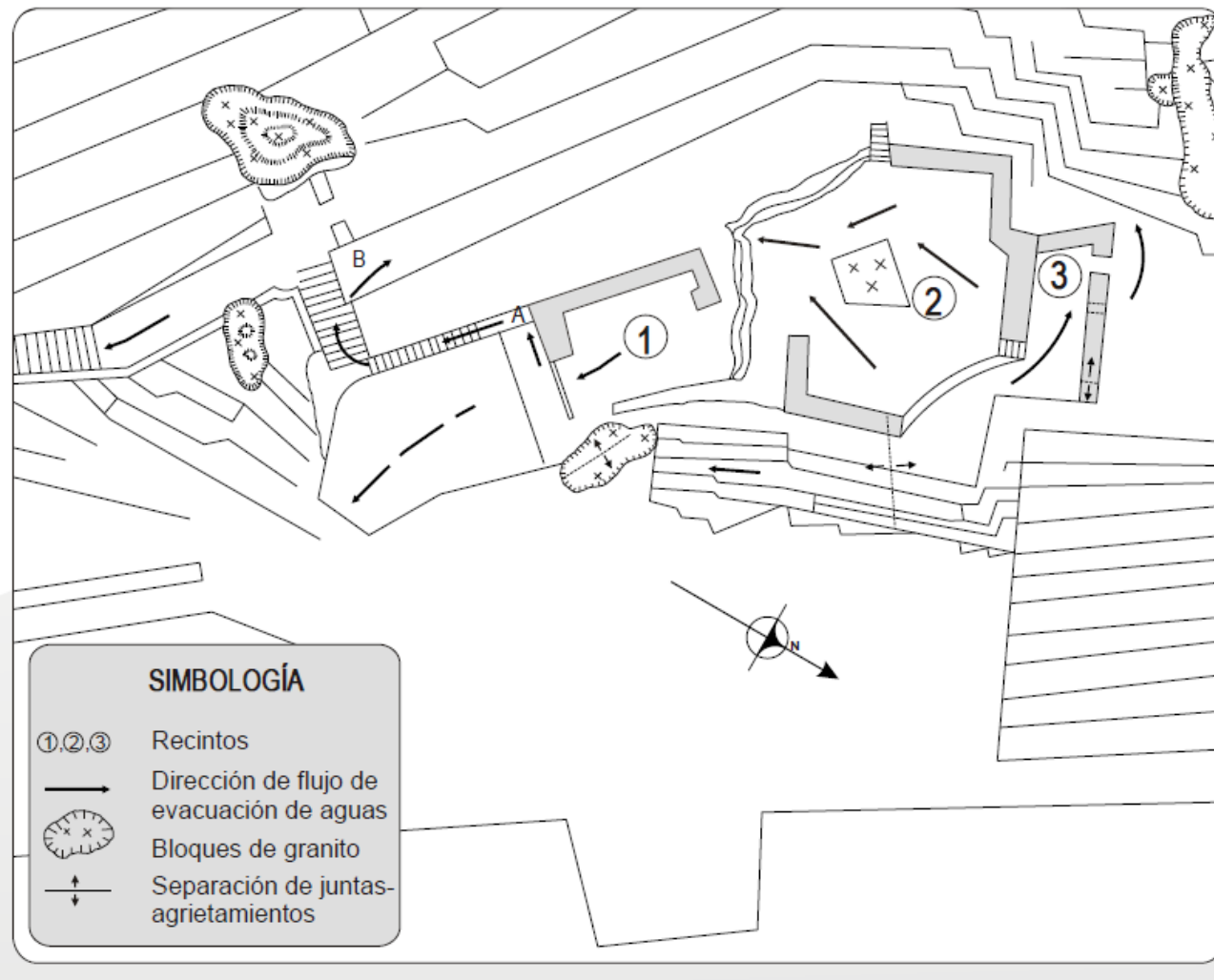
SIMBOLOGÍA	
	ESCARPA DE DESLIZAMIENTO
	ESCARPA DE DESLIZAMIENTO INFERIDO
	DESPLAZAMIENTO - REPTACIÓN
	SUFUSIÓN
	ZONA HUMEDA
	DRENAJE NATURAL
	CANAL INCA CON DIRECCIÓN DE FLUJO
	DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES
	INFILTRACIÓN EN GRADERIAS
	DRENAJE ACTUAL
	ALINEAMIENTO DE AGRIETAMIENTOS
	AGRIETAMIENTOS EN MUROS INCAS (Separación de juntas)
	DIVISORIA DE AGUA

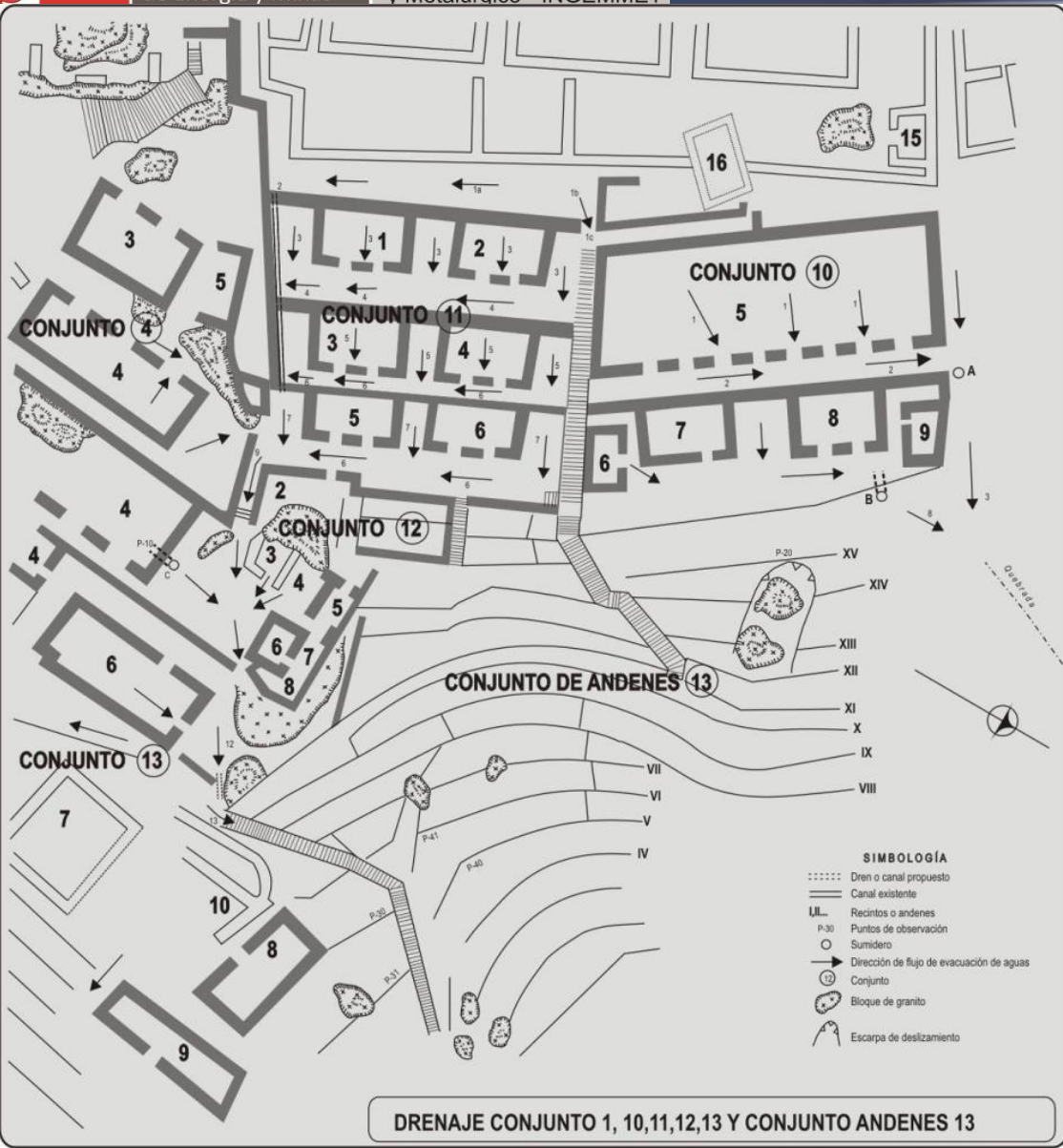
TEMPLO DEL SOL

mapa proponiendo drenajes
superficiales a partir de suelos
impoermeables



INTIWATANA





DRENAJE CONJUNTO 1, 10, 11, 12, 13 Y CONJUNTO ANDENES 13



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los fenómenos que afectan a la ciudad inca son de geodinámica externa, cuyo origen está relacionado directamente con el agua y la gravedad.

Poner en valor el sistema de drenaje inca mediante restauraciones y/o reconstrucciones en los sitios donde ya no existe, lo que permitirá una adecuada evacuación de las aguas pluviales. Con este fin se deben utilizar los mapas de evacuación de aguas pluviales propuestos en este estudio para los diferentes conjuntos, y que se integrarían al plan general de sistemas de drenaje de la ciudad inca.



PERÚ

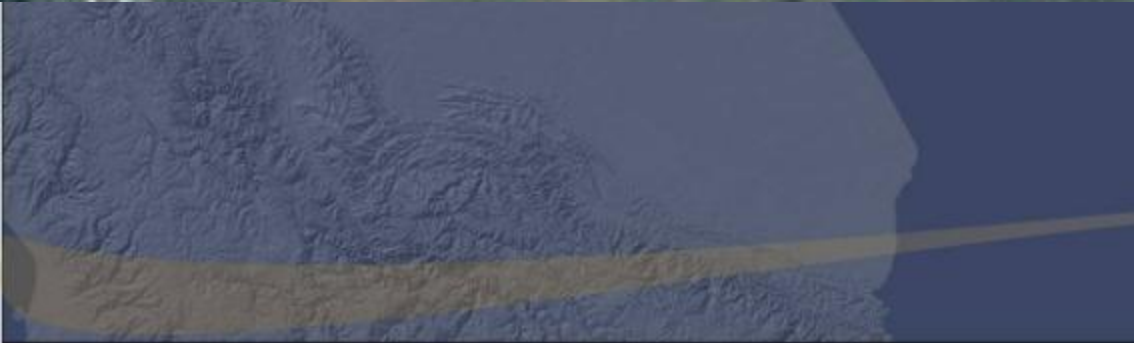
Ministerio de Energía y Minas

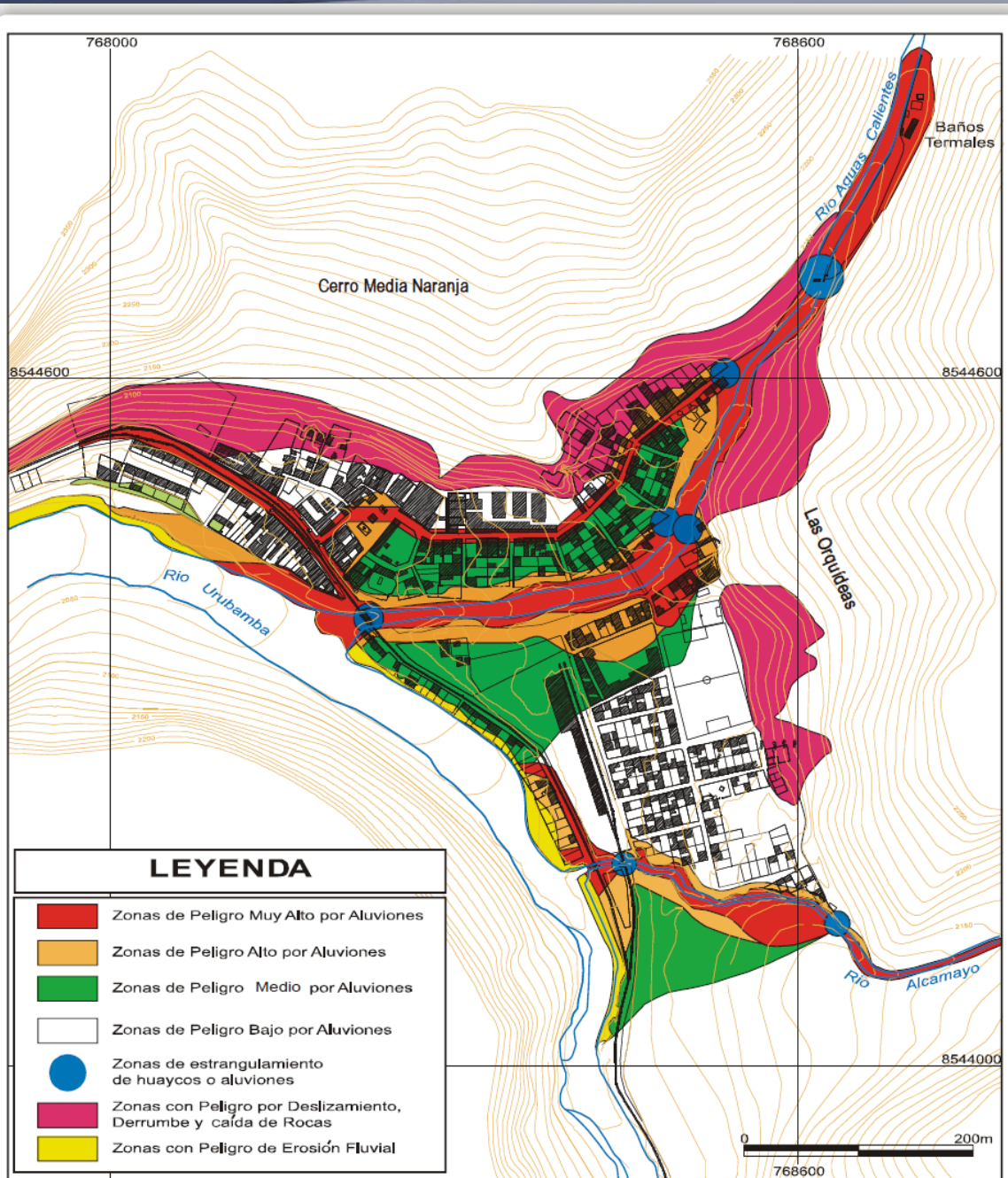
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

LA PLANIFICACIÓN INGEMMET



AGUAS CALIENTES







Abril del 2004



Abril del 2004





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



Aguas Calientes, Enero 2008

2010





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



Boletín N°1 serie I Patrimonio y Geoturismo



Universidad Nacional
San Antonio Abad del Cuzco

La Geología en la conservación de Machupicchu

Victor Carlotto Caillaux
José Cárdenas Roque
Lionel Fidel Smoll





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

LA GEOLOGÍA EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL



DIRECTIVA SOBRE “METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA”

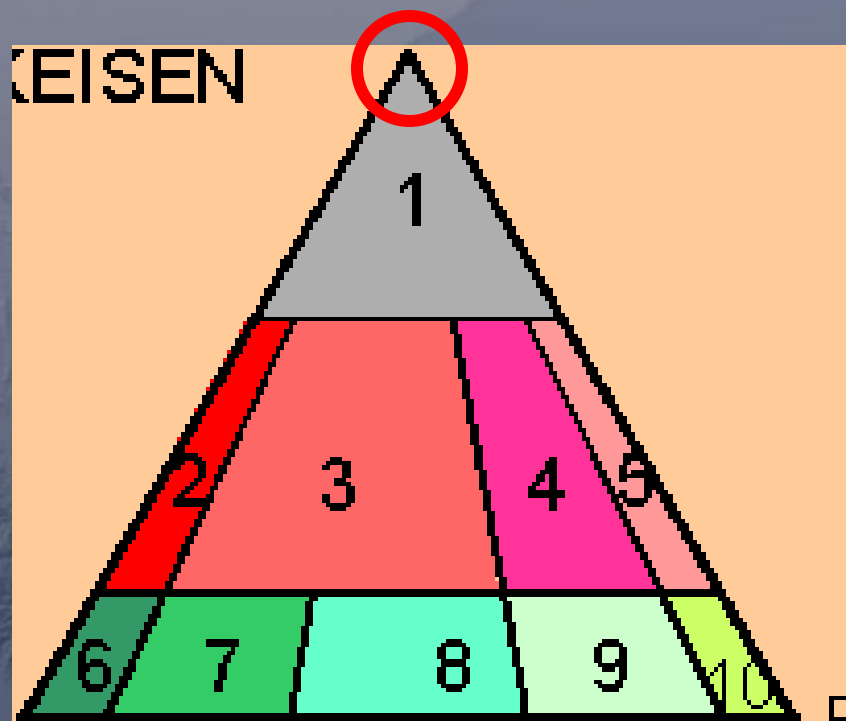
CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

1.1 Marco Conceptual

En la **Décimo Novena Política de Estado sobre Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental del Acuerdo Nacional**, se establece el compromiso a integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú.

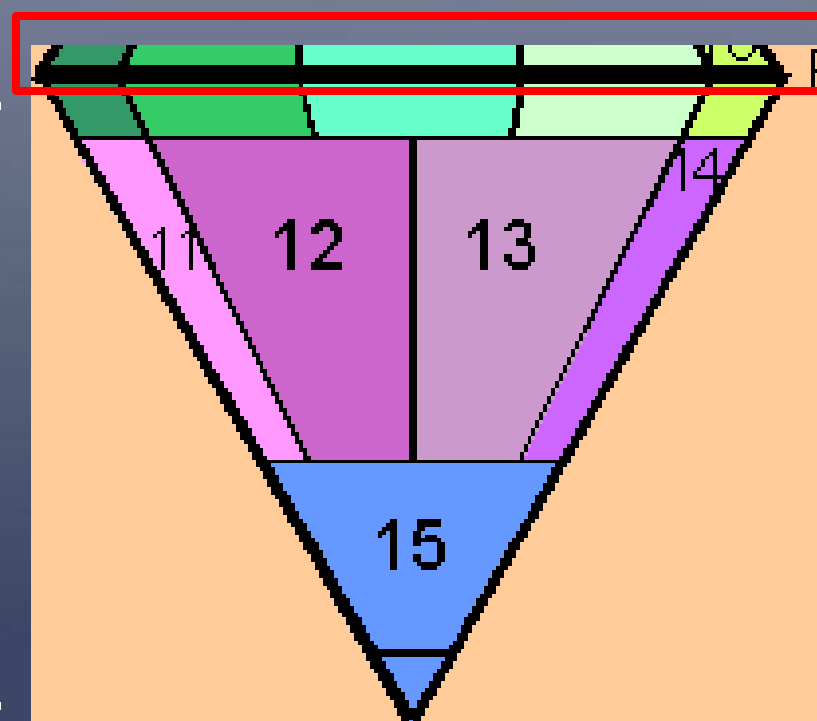
PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

DECISIÓN POLÍTICA



Buena decisión

DECISIÓN POLÍTICA



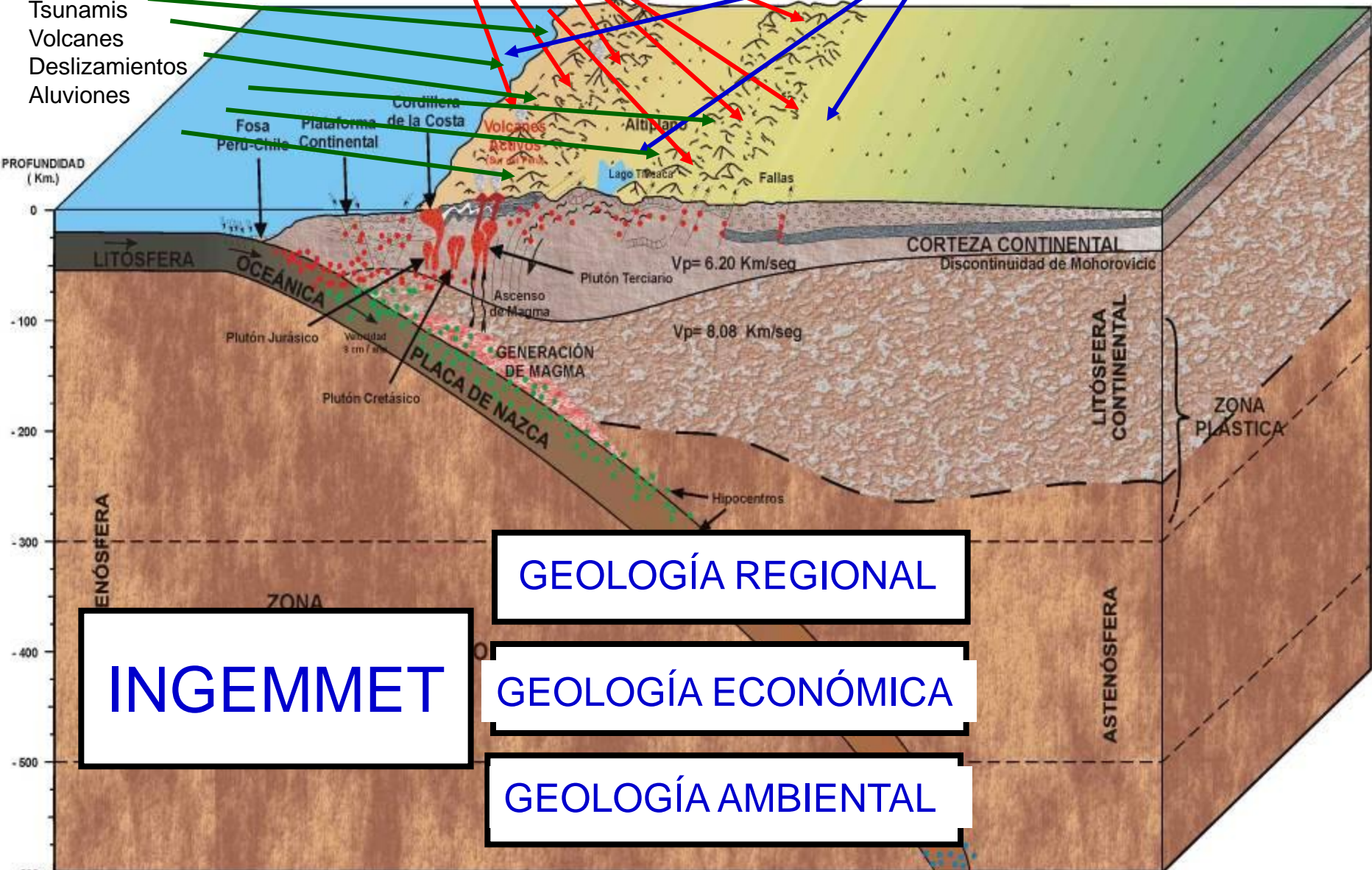
Mala decisión

SOPORTE TÉCNICO CIENTÍFICO



Minerales: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sn, S, B
Cordillera Occidental de los Andes
Cordillera Oriental
Petróleo

- Sismos
- Tsunamis
- Volcanes
- Deslizamientos
- Aluviones



INGEMMET

GEOLOGÍA REGIONAL

GEOLOGÍA ECONÓMICA

GEOLOGÍA AMBIENTAL

Fuente Original: D. James (1997) e IGP (2003).

Modificado-Actualizado por: Msc. Álvaro Carpio Begazo y Manuel O' Diana Guzmán (2004).

LA GEOLOGÍA EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRIT

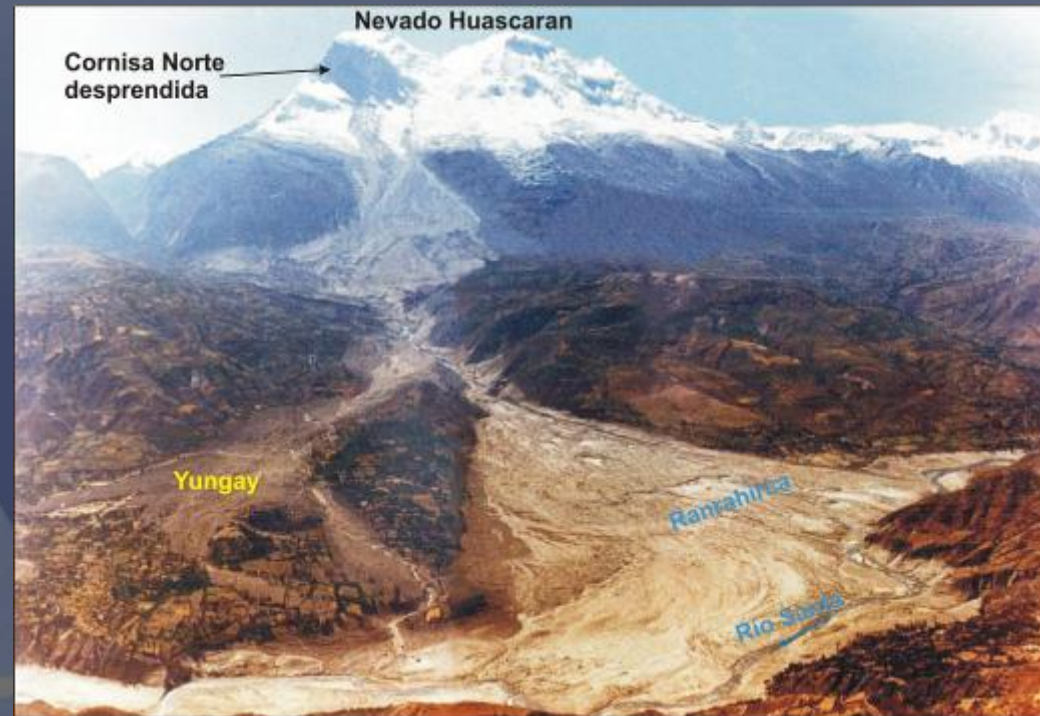
La **geología** estudia los mecanismos, fenómenos y características geológicas que influyen en la relación entre el hombre y el medio que lo rodea. Estudios que contribuyen sustancial y adecuadamente en los diagnósticos y evaluación de los recursos naturales y en el uso ordenado y planificado del territorio.



LA GEOLOGÍA EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

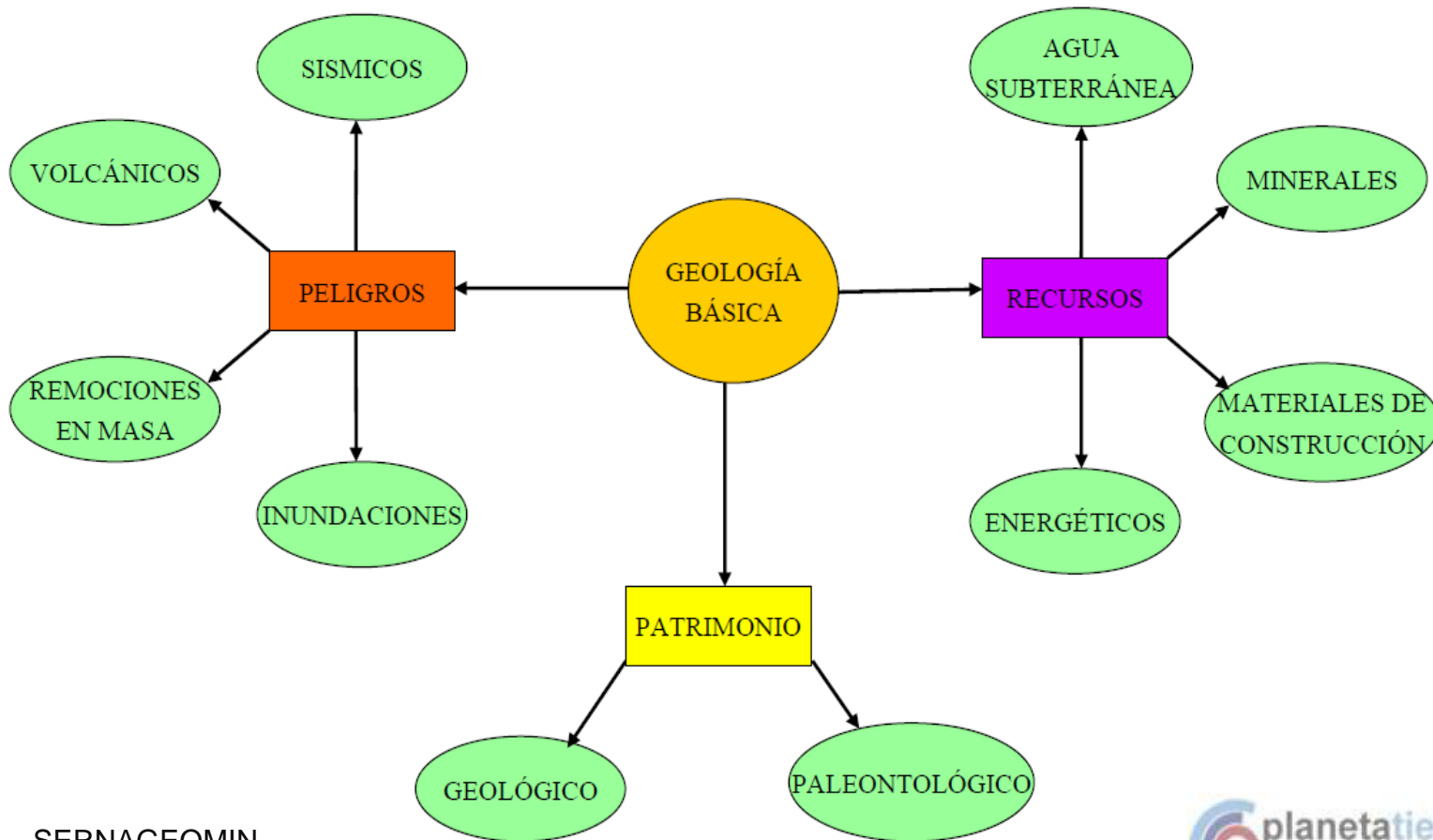
Para el desarrollo nacional, regional y local es esencial que los minerales, el agua subterránea, el agua geotérmica y los hidrocarburos estén incluidos en el planeamiento de la utilización del territorio.

De igual forma los peligros geológicos es decir, deslizamientos, aluviones, inundaciones, erupciones volcánicas, tsunamis y también los sísmicos, deben ser considerados como limitantes o restricciones en la planificación.



LA GEOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS DE PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

GEOLOGÍA Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL



EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL MEDIO FÍSICO O SUBSISTEMA NATURAL

El Paisaje

Los Recursos

Los Peligros

Geológicos

Unidades de Paisaje

Mapa de Potencialidad
de los Recursos

Mapa de Peligros o
Susceptibilidad

Unidades de Valoración del Territorio
Unidades de Aptitud

Esta es la propuesta de INGEMMET para la evaluación del Medio Físico considerando las variables geológicas



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

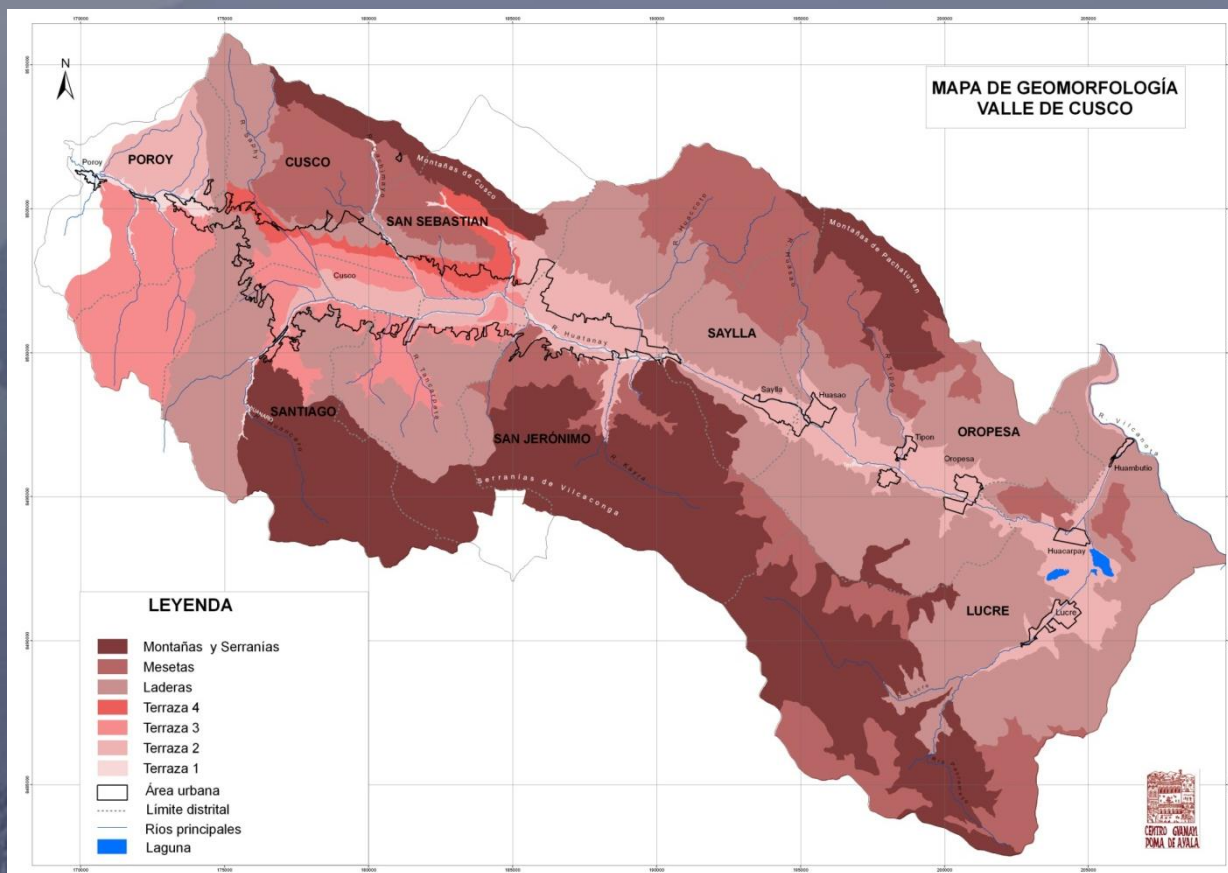


MANUAL PARA LA VALORACIÓN DE LA GEOLOGÍA EN LAS UNIDADES TERRITORIALES DEL MEDIO FÍSICO PARA LOS POT Y ZEE



BASE DE LA VALORACIÓN : MAPA GEOMORFOLÓGICO

Existe una relación directa entre el paisaje y la geomorfología, así como con los peligros geológicos, los recursos y también con las actividades económicas y sociales



Mapa geomorfológico aplicado : muestra las geoformas del terreno y su relación con los fenómenos geológicos y las actividades humanas.



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET



PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL: EJEMPLO DEL VALLE SUR CUSCO



CENTRO GAMAL
DONA DE AYALA

VALLE SUR CUSCO

1. Características generales del área de estudio

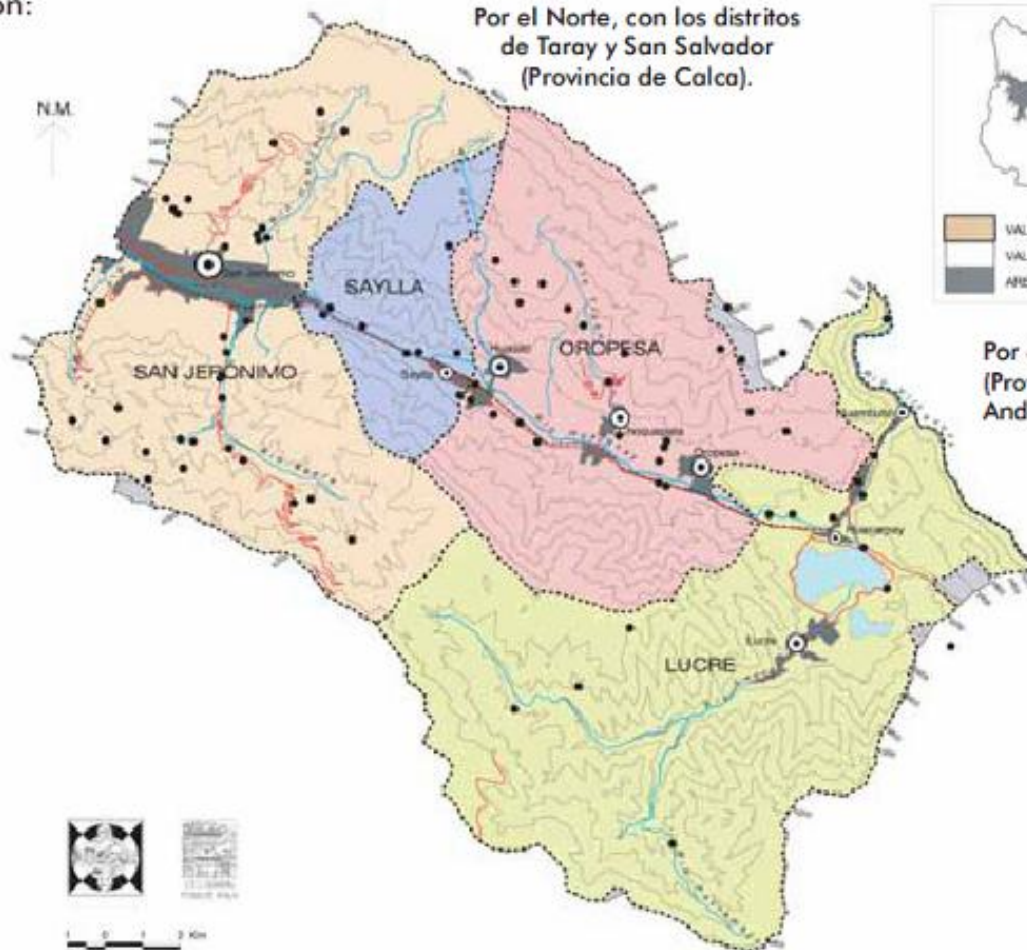
El territorio de la subcuenca del bajo Huatanay está ubicado en el departamento de Cusco.

Sus límites son:

Por el Norte, con los distritos
de Taray y San Salvador
(Provincia de Calca).



Por el Oeste, con el
distrito de San
Sebastián (Provincia
de Cusco)



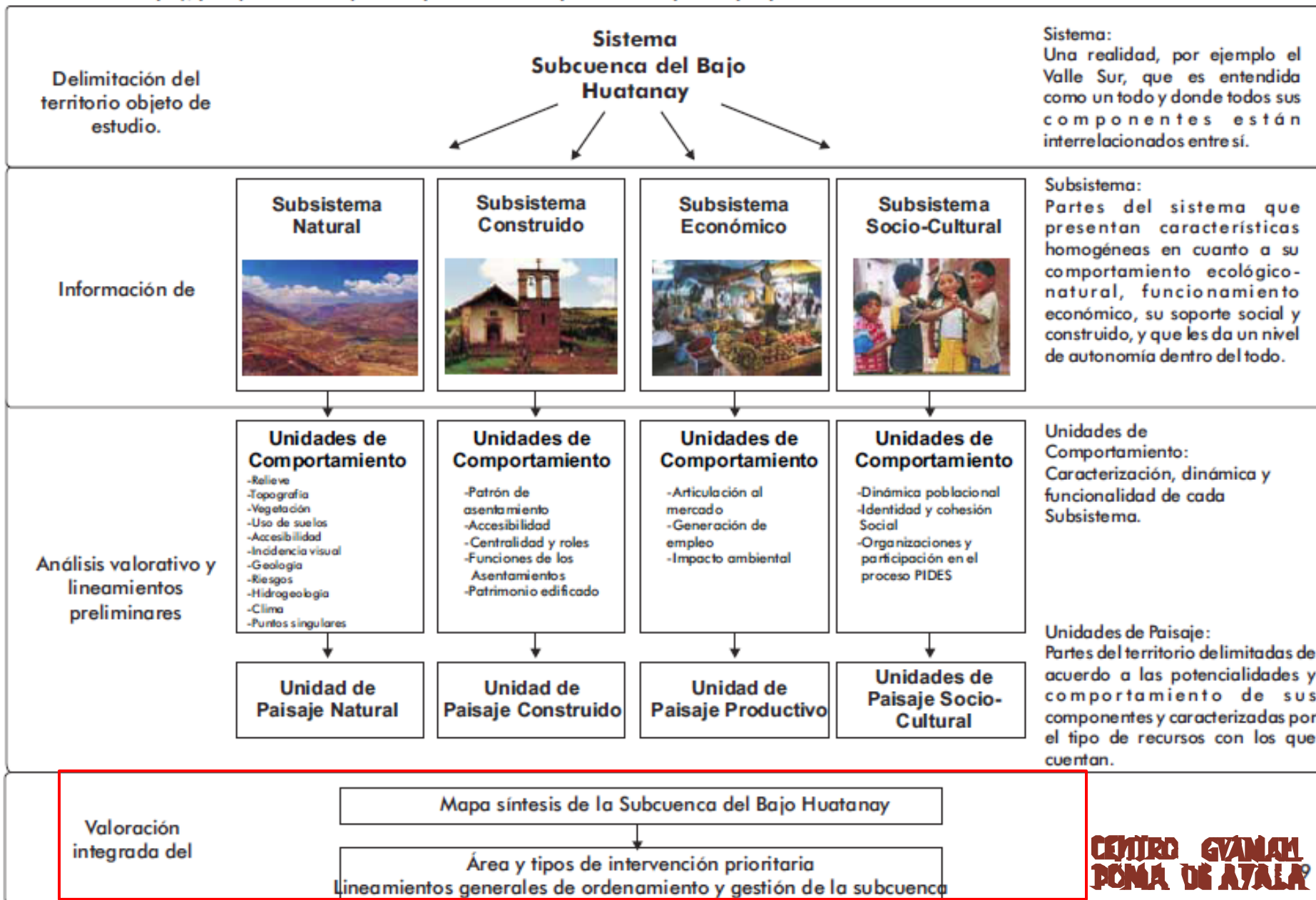
Por el Este, con los distritos de Caicay
(Provincia de Paucartambo) y
Andahuaylillas (Provincia de

UBICACIÓN



Por el Sur, con los distritos de Rondocán (Provincia de Acomayo), Paruro y Yaurisque (Provincia de Paruro).

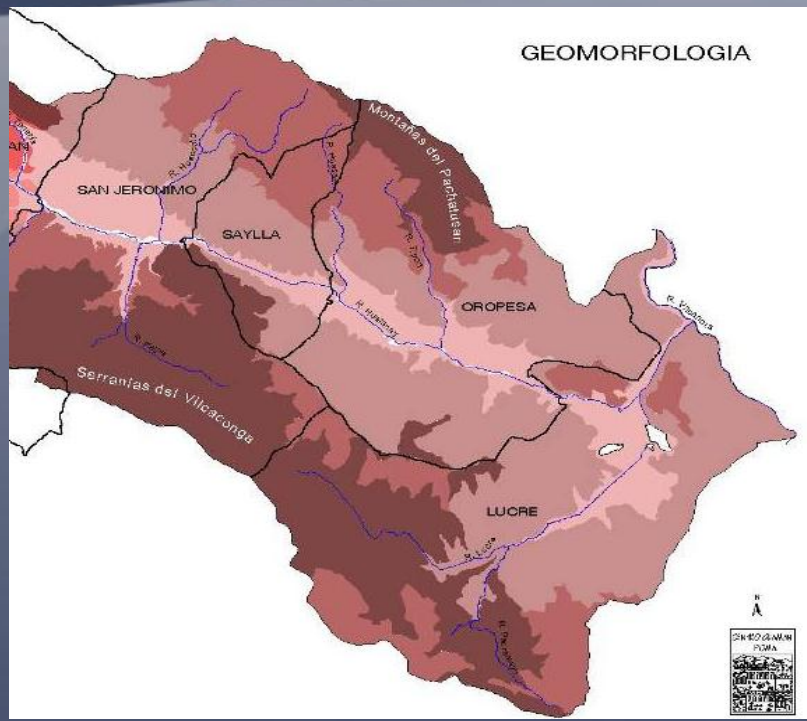
Es importante conocer la metodología utilizada para la elaboración del Diagnóstico Integrado (primera etapa), porque su enfoque nos permitirá comprender mejor las propuestas del Plan.





EL TERRITORIO

Paisaje, Recursos y Peligros

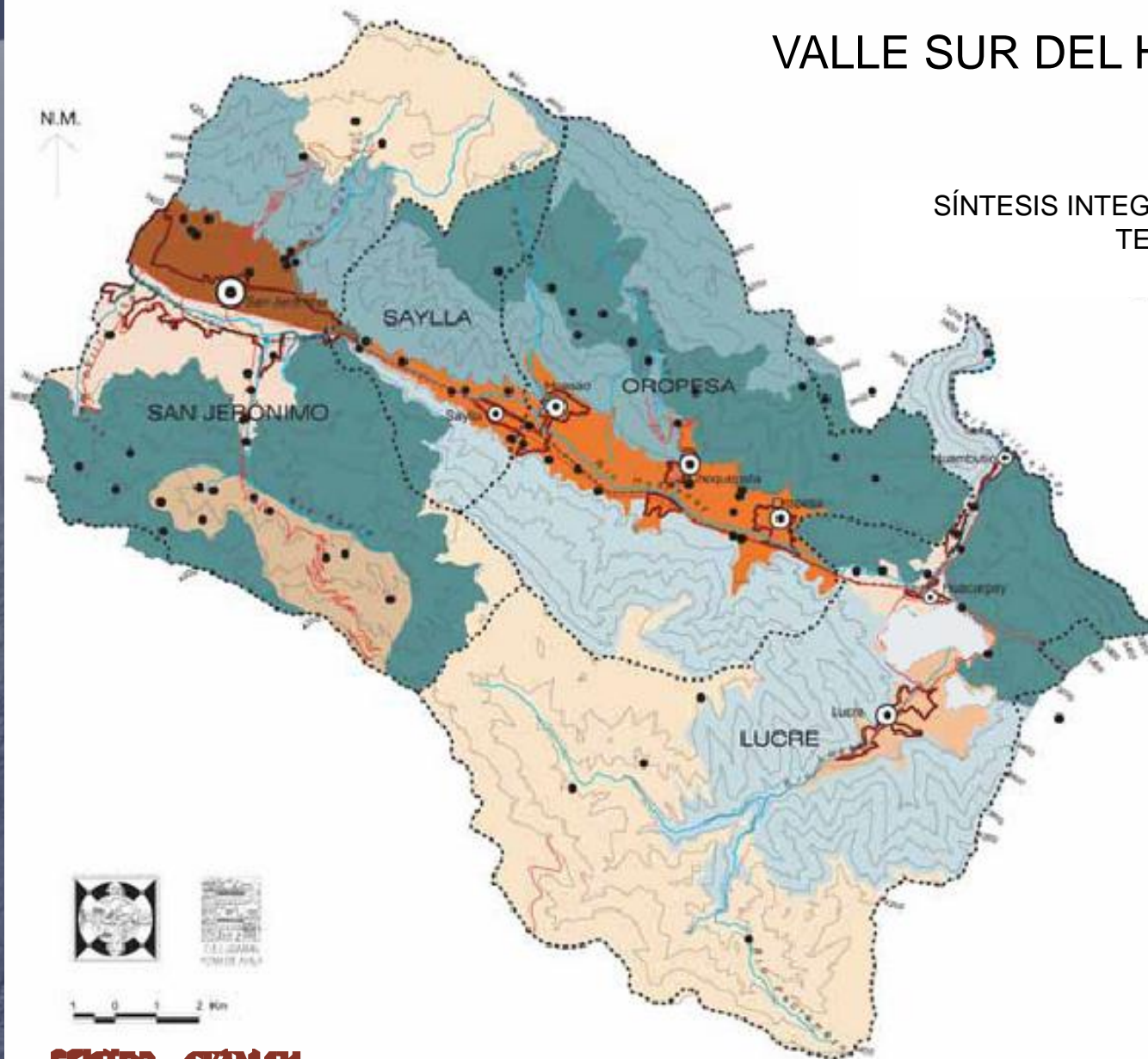


Valle sur de Huatanay Cusco

UNIDADES	PARAMETROS	RELIEVE Y COMPLEJIDAD	DESNIVEL	VEGETACION Y USOS	MASAS DE AGUA	ACTUACIONES	ACCESIBILIDAD	INCIDENCIA VISUAL	CALIDAD Vc FRAGILIDAD VI	CALIDAD DEL PAISAJE CP
PISO VALLE SAN JERONIMO NORTE		2 ^{x3} 4 3x	2 ^{x1} 2 1x	5 ^{x2} 2 2x	2 ^{x1} 2 2x	2 ^{x2} 2 1x	5 2x	4 3x	2.66 3.28	2.86
PISO VALLE SAN JERONIMO CENTRO		1 ^{x3} 5 3x	1 ^{x1} 1 1x	1 ^{x2} 1 2x	3 ^{x1} 3 2x	2 ^{x2} 2 1x	5 2x	2 3x	1.44 3.00	1.96
PISO VALLE SAN JERONIMO SUR		2 ^{x3} 4 3x	2 ^{x1} 2 1x	4 ^{x2} 2 2x	1 ^{x1} 1 2x	1 ^{x2} 1 1x	3 2x	4 3x	2.11 2.78	2.33
PISO DE VALLE ANGOSTURA		1 ^{x3} 5 3x	1 ^{x1} 1 1x	5 ^{x2} 2 2x	3 ^{x1} 3 2x	4 ^{x2} 4 1x	5 2x	1 3x	2.77 3.07	2.87
PISO DE VALLE SAYLLA-OROPESA		1 ^{x3} 5 3x	1 ^{x1} 1 1x	5 ^{x2} 2 2x	4 ^{x1} 4 2x	2 ^{x2} 2 1x	5 2x		2.44	

CENTRO GYANAI POMA DE AYALA

VALLE SUR DEL HUATANAY CUSCO

SÍNTESIS INTEGRADA DE UNIDADES DE
TERRITORIO

LEYENDA

	a1	UNIDADES A CONSERVAR Y PROTEGER
	a2	
	a3	
	a4	
	b1	UNIDADES A POTENCIAR
	b2	
	c1	UNIDADES A REGENERAR Y/O RECUPERAR
	c2	
	c3	

- ÁREA URBANA
- LÍMITE DISTRITAL
- CURVAS DE NIVEL

CENTROS POBLADOS

- 0 - 375
- 376 - 922
- 923 - 3332
- 3333 - 20919

- RÍOS PRINCIPALES
- VÍAS PRINCIPALES
- VÍA FERREA
- CUERPOS DE AGUA



1 0 1 2 Km



PERÚ

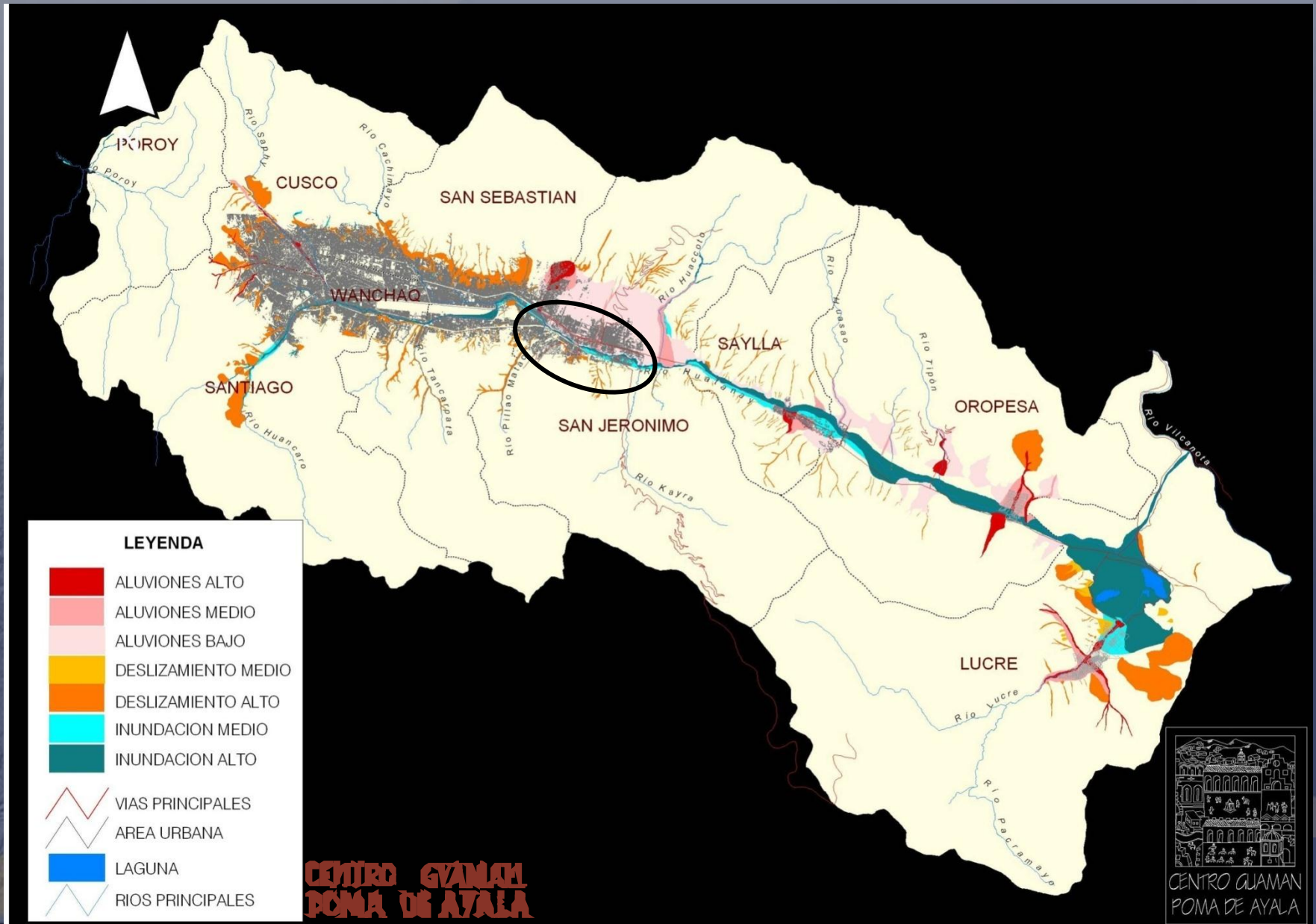
Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

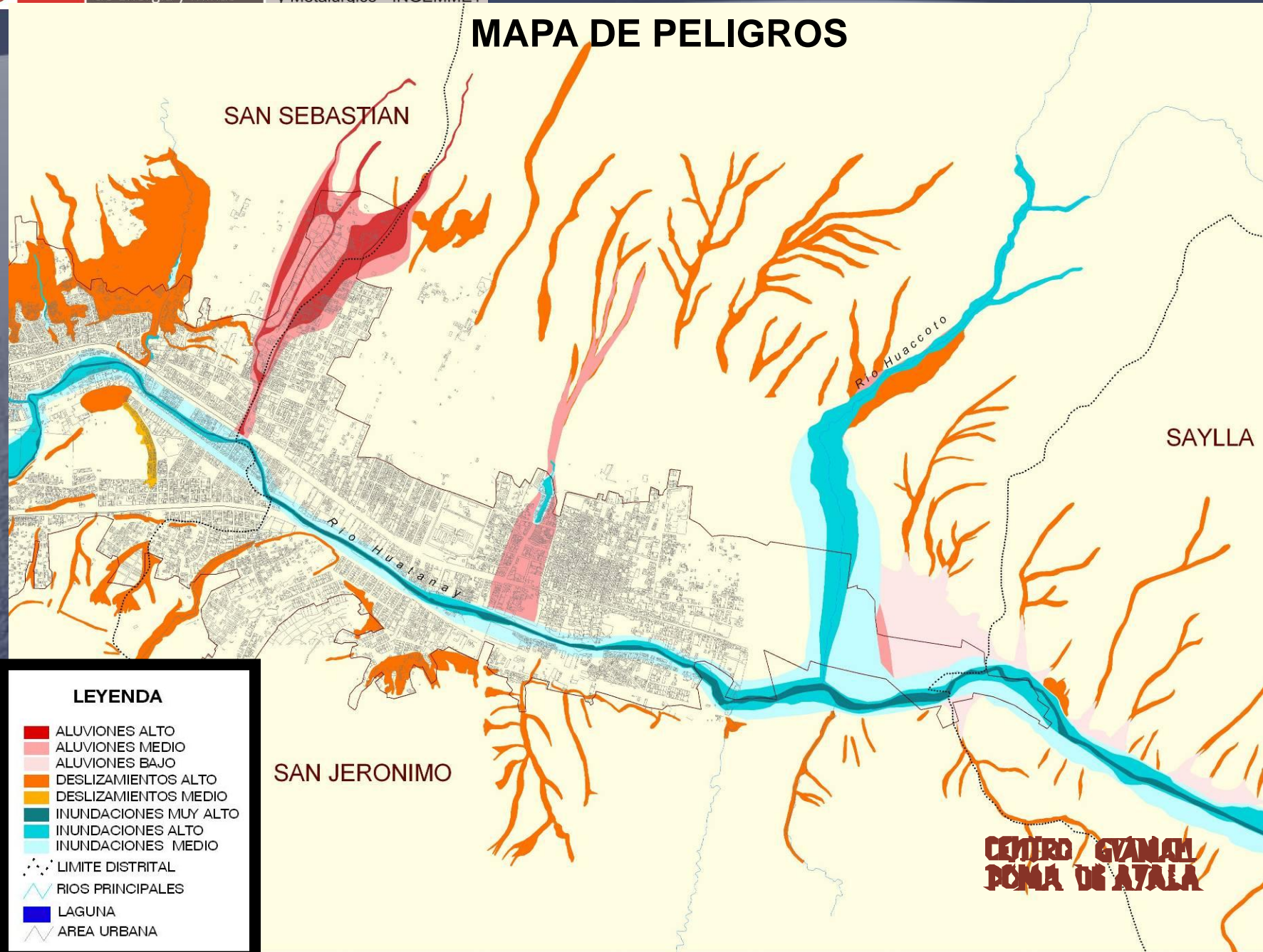
LOS PELIGROS



MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DEL CUSCO Y VALLE DEL RÍO HUATANAY



MAPA DE PELIGROS





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

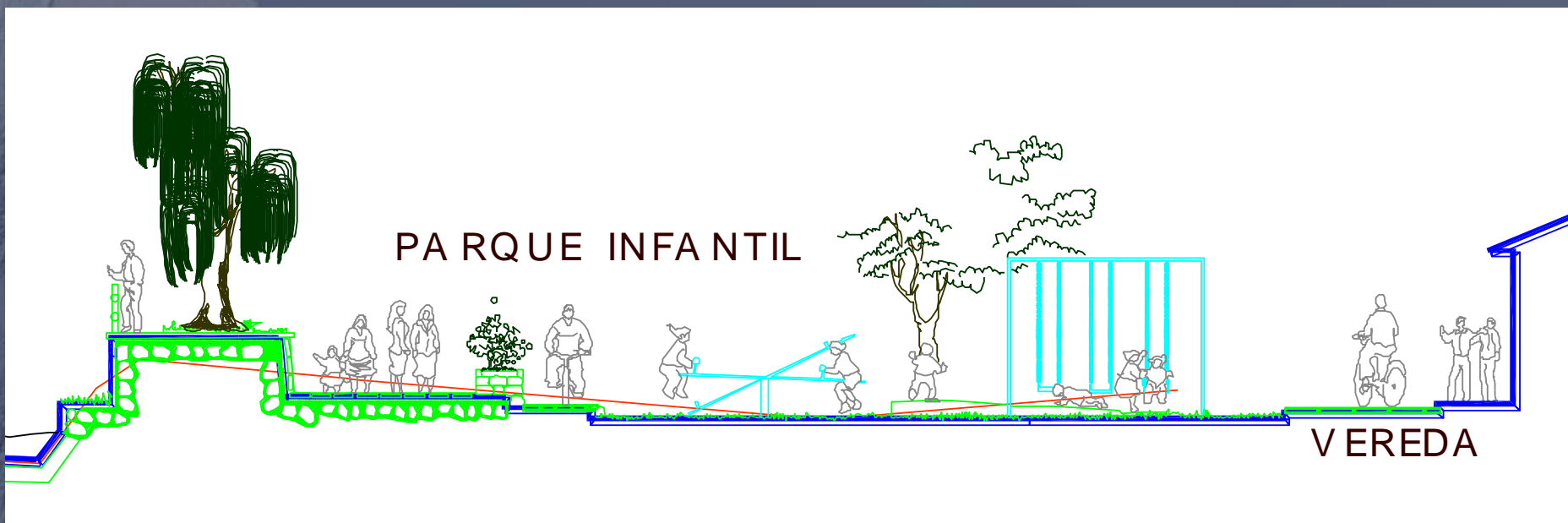
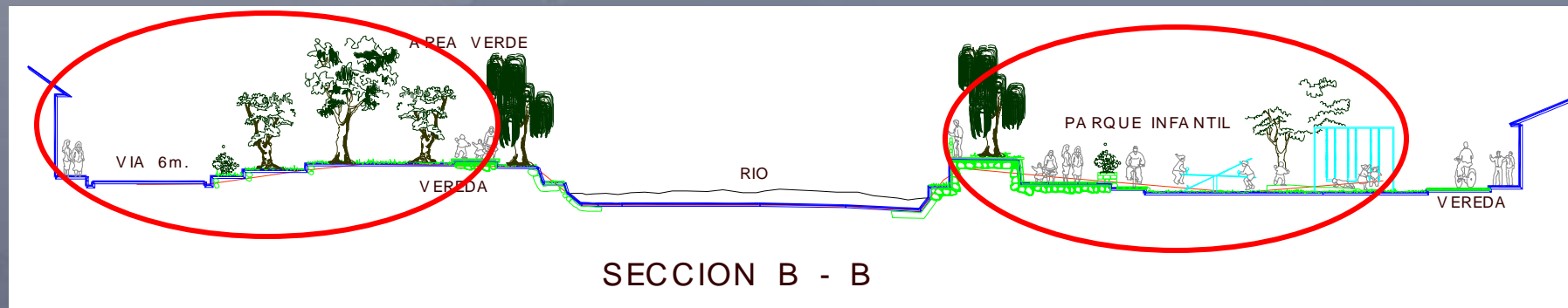
Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

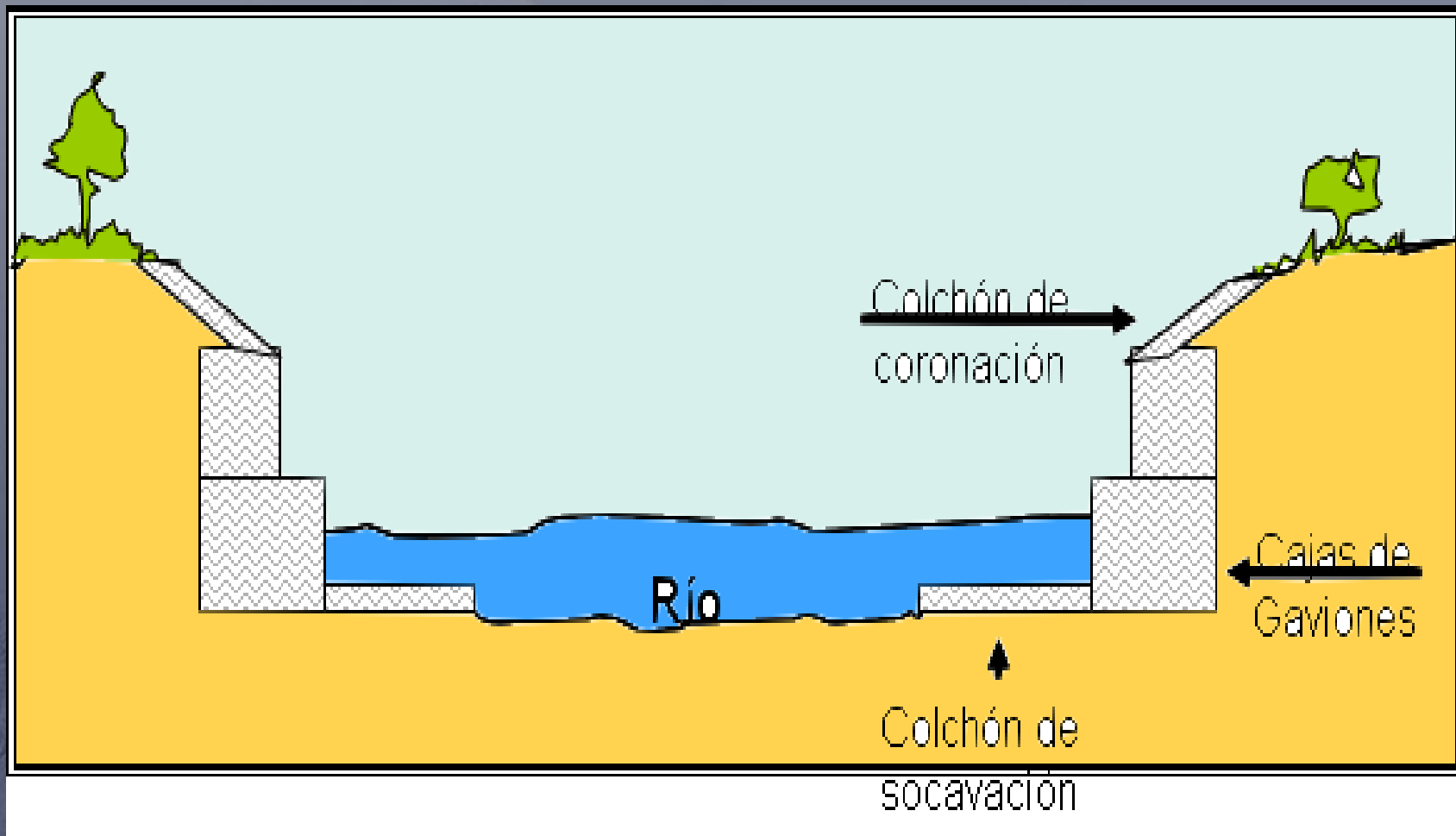


RÍO HUATANAY



PROPUESTAS: TRATAMIENTO PAISAJÍSTICO







PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



PROCESO CONSTRUCTIVO



**CENTRO GIANCHI
POMA DE AYALA**



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



FEBRERO 2003



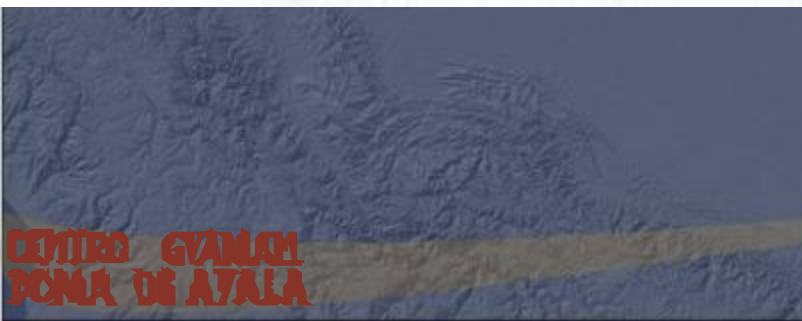
FEBRERO 2010



CENTRO GRANDEL
POMA DE AYALA



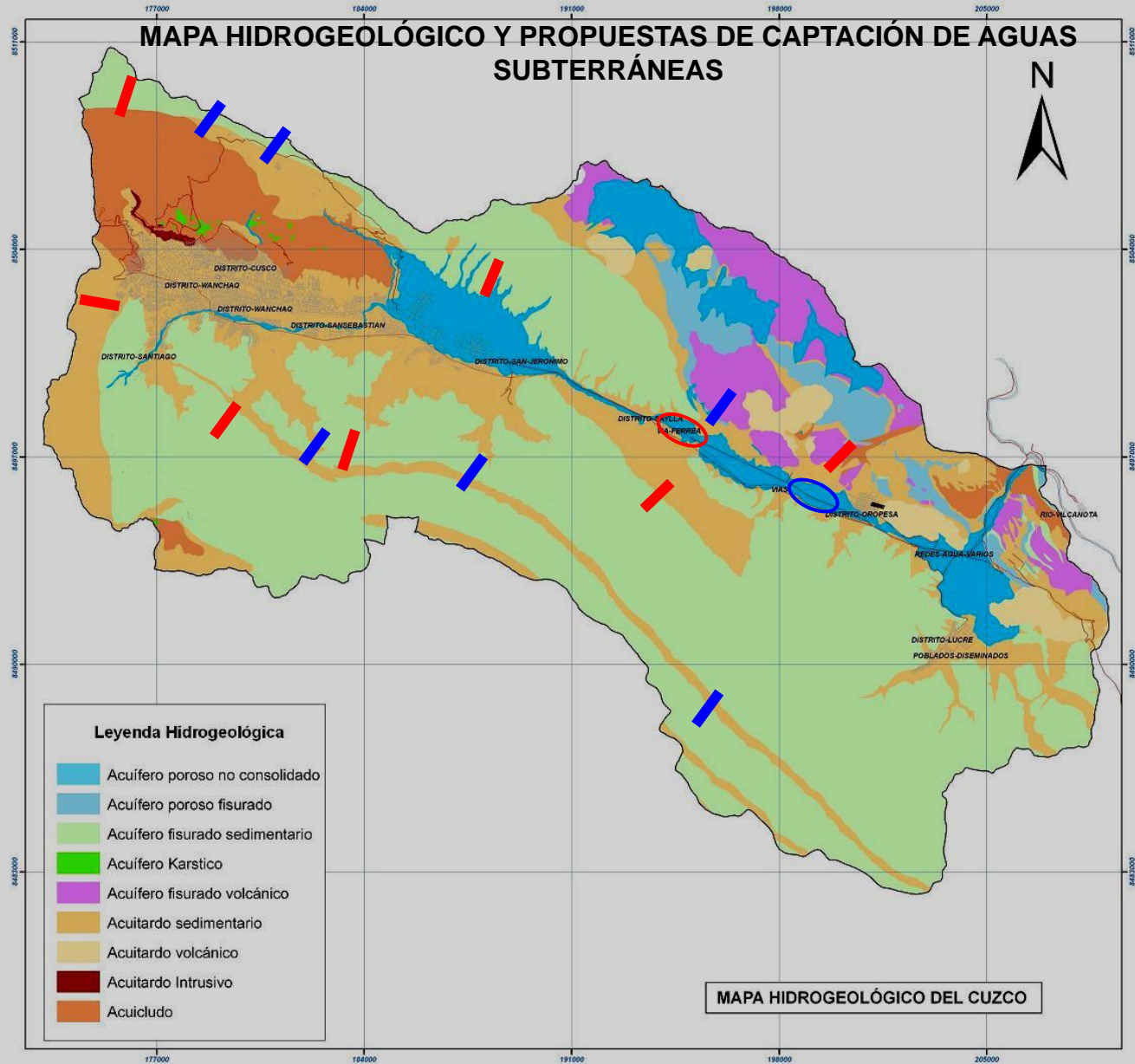
El Bosque Cusco 1995



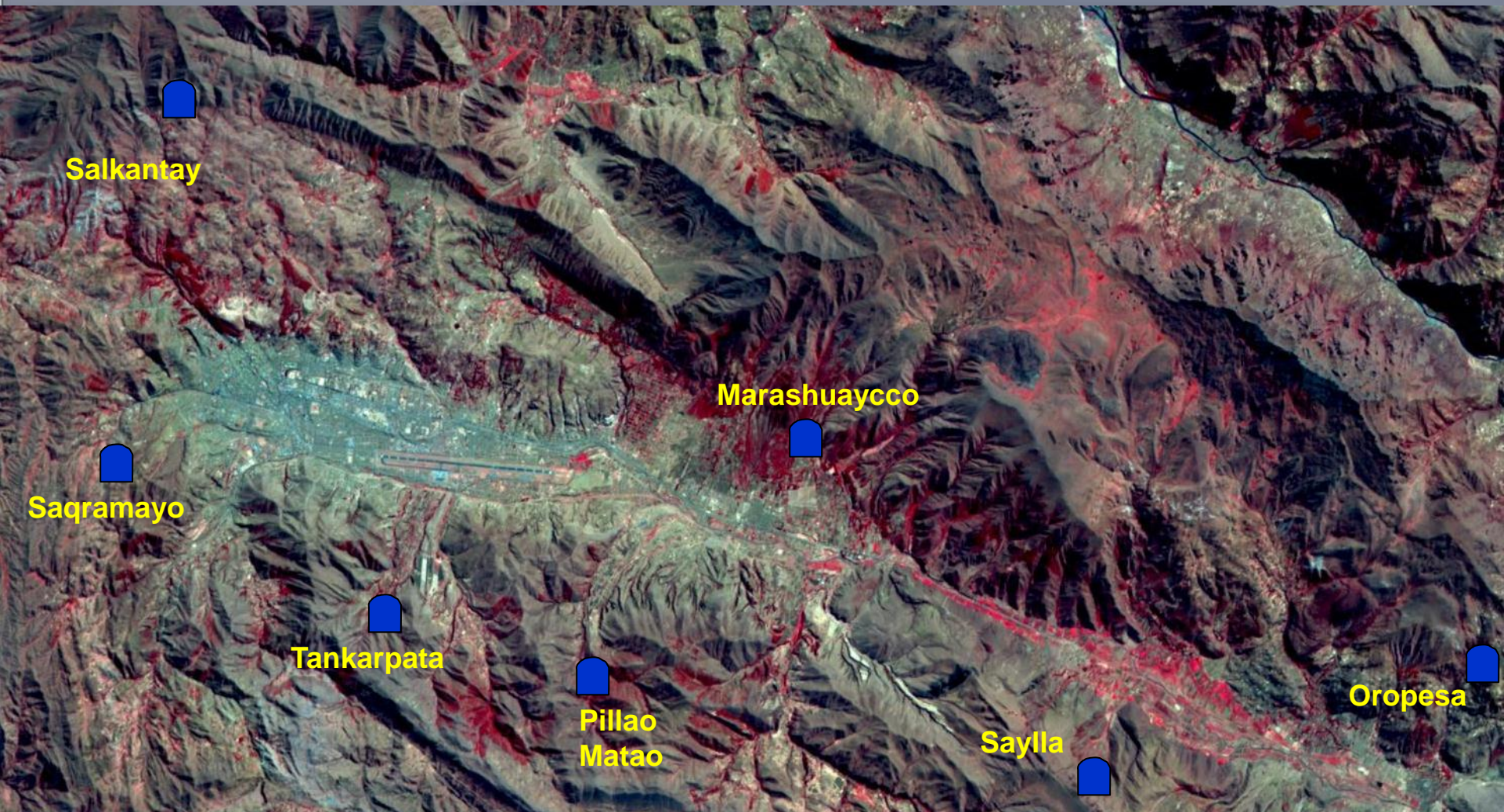
CENTRO GRANCHA
POMA DE AYALA



MAPA HIDROGEOLÓGICO Y PROPUESTAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



LAS GALERÍAS FILTRANTES





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico, Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

LA GALERÍA FILTRANTE DE SAYLLA



Acuífero: Kayra

Longitud: 80 m

Prod. Inicial: + de 160 lt/seg

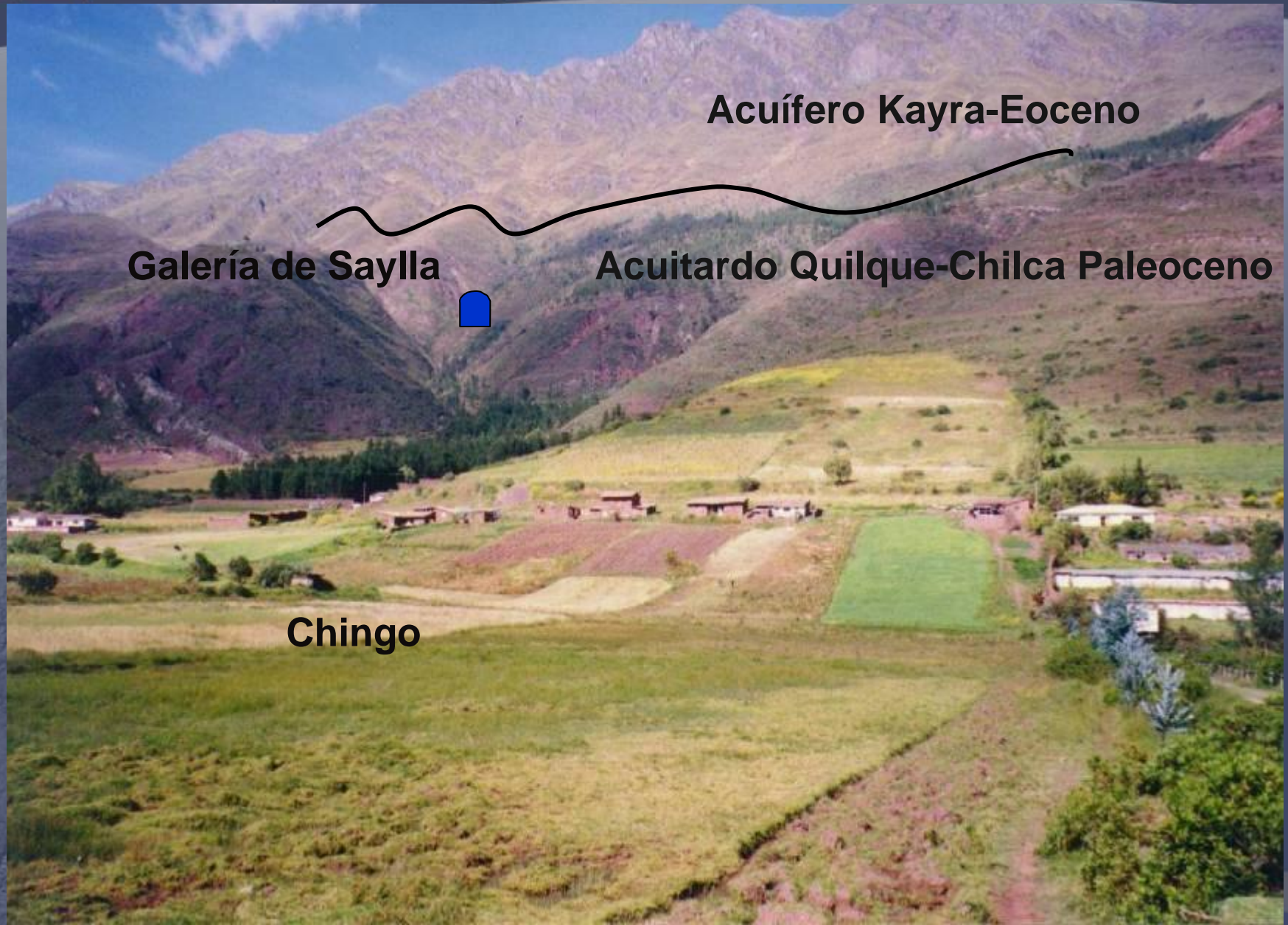
Prod. Actual: 40 lt/seg
Controlado

Uso: Agrícola

Año 2001



**CENTRO GRANICOL
DOMA DE AYALA**



Acuífero Kayra-Eoceno

Galería de Saylla

Acuitardo Quilque-Chilca Paleoceno



Chingo



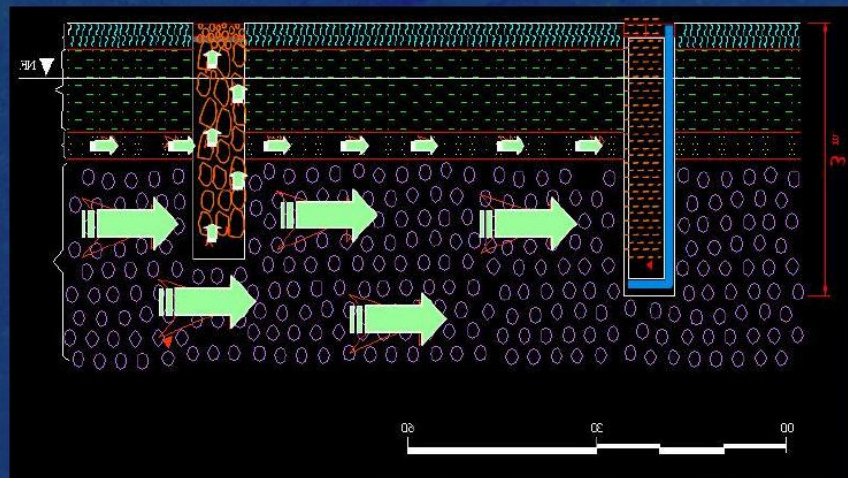
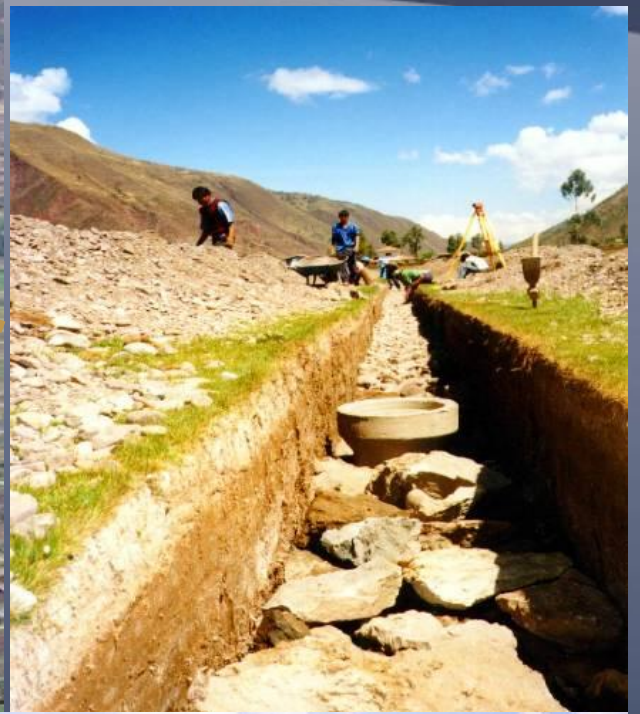
PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



**CENTRO GANADERO
DOMA DE AYALA**





**Humedal Huasao
(ANTES)**



**Humedal Huasao
(DESPUES)**





PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



EL INGEMMET EN LOS ESTUDIOS DE ZEE POT



Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



Geología del Cuadrángulo de Cusco

Hoja 28-s
Boletín N°138 Serie A
Carta Geológica Nacional
Escala 1:50,000

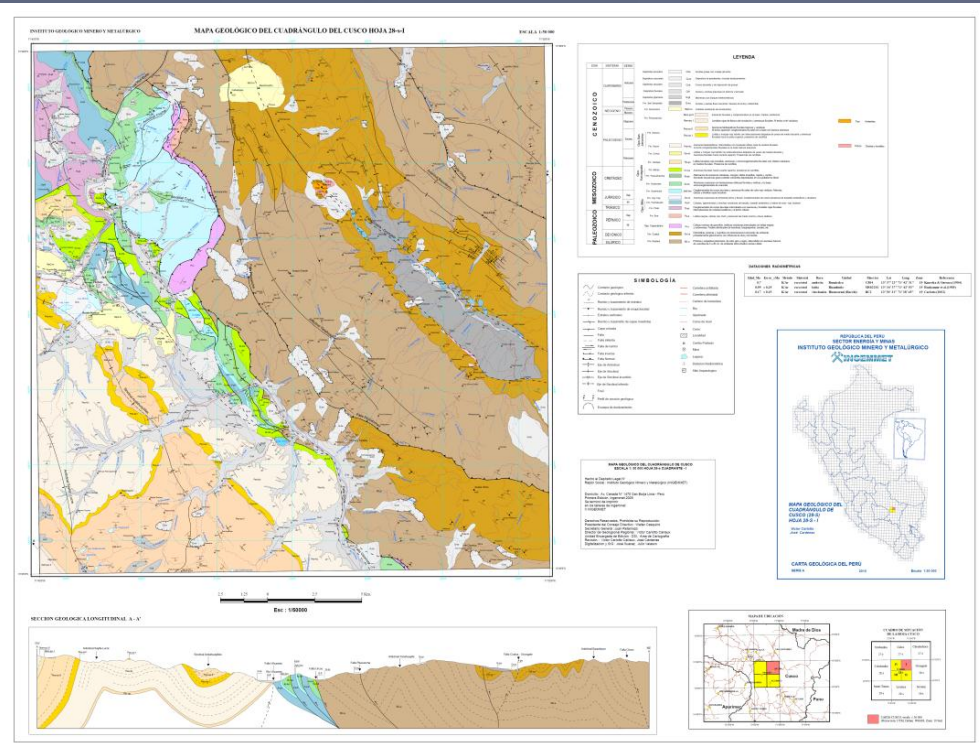


Por:
Víctor Carlotto, José Cárdenas y Gabriel Carlier

POT

EJEMPLO CUADRÁNGULO DE CUSCO

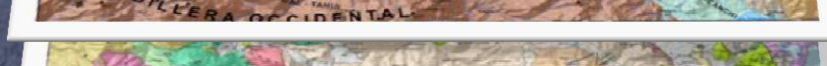
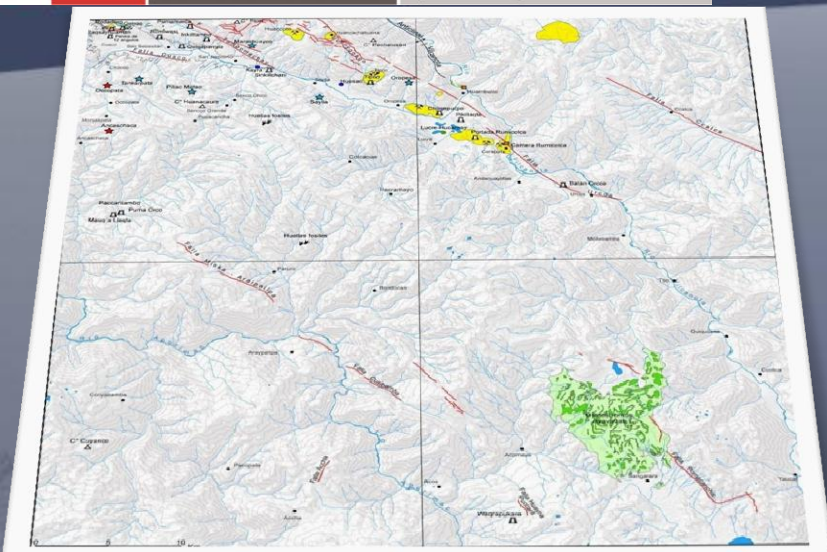
Nuevos mapas geológicos a escala 1:50,000



Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco



Lima, Perú
2011



GEOPATRIMONIO

PELIGROS GEOLOGICOS

HIDROGEOLOGICO

ROCAS MINERALES E INDUSTRIALES

METALOGENETICO

DOMINIOS TECTONICOS

ESTRUCTURAL

GEOMORFOLOGICO

GEOLOGICO

IMAGEN SATELITAL

TOPOGRAFICO



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET



CENTRO GAMAL
POMA DE AYALA

GRACIAS