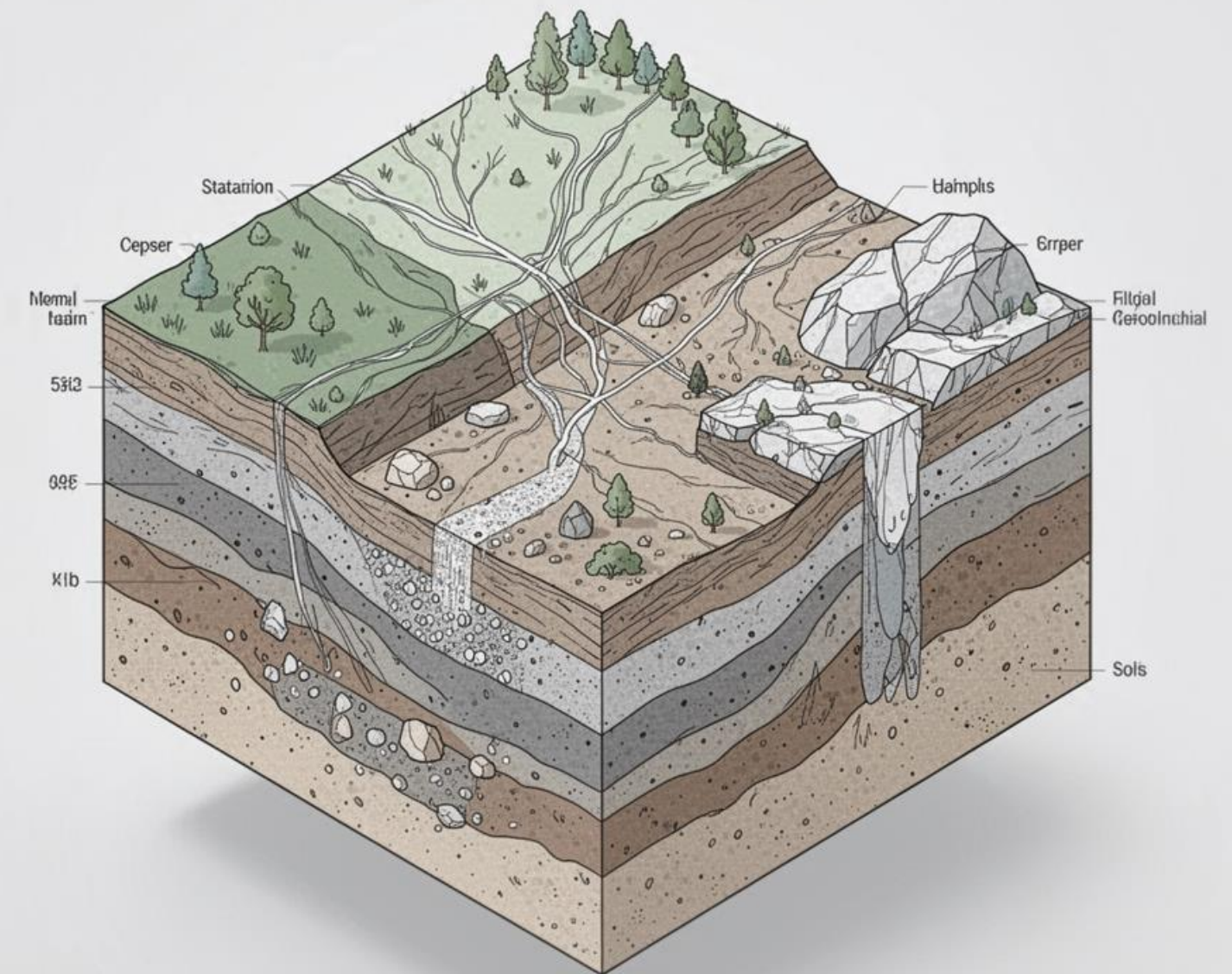




Mapas Geotécnico

GEOTECHNICAL OIAIRACMAP

Pressentation soil Mlaps



Contextualización del Mapa Geotécnico

Los mapas geotécnicos son documentos cartográficos que integran información geológica, geomorfológica, hidrogeológica y geomecánica con fines de ingeniería.

No son simplemente mapas geológicos:

- 👉 Incorporan propiedades mecánicas del terreno.
- 👉 Incluyen condiciones hidrogeológicas.
- 👉 Evalúan aptitud constructiva.
- 👉 Analizan riesgos geodinámicos.

Objetivo principal

Servir como herramienta para:

- Planificación territorial
- Estudios de viabilidad
- Anteproyectos
- Diseño preliminar de cimentaciones
- Evaluación de riesgos

El capítulo remarca algo clave:

⚠️ *No reemplazan investigaciones in situ, sino que orientan y optimizan campañas de campo.*

Introducción Mapas geotécnicos

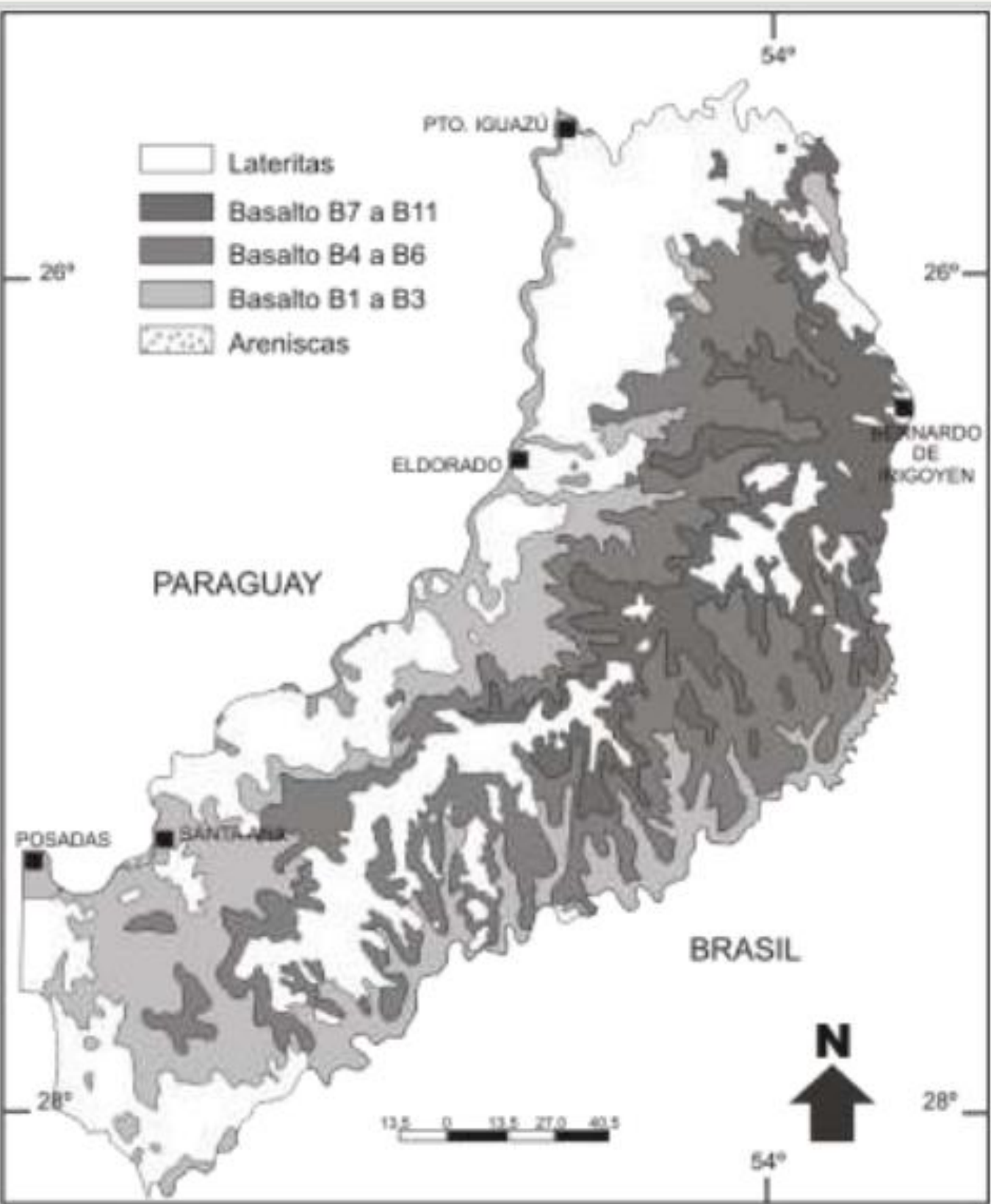
Contenido de los mapas geotécnicos

- Independientemente del tipo de mapa, éstos deben incluir una serie de información básica:
- Topografía
- Distribución y descripción litológica de las unidades geológicas.
- Espesor de suelos, formaciones superficiales y rocas alteradas.
- Discontinuidades y datos estructurales.
- Clasificación geotécnica de suelos y rocas.
- Propiedades de suelos y rocas.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Condiciones geomorfológicas.
- Procesos dinámicos.
- Investigaciones previas existentes.
- Riesgos geológicos.
- De estos factores, los más importantes se detallan a continuación.

Mapa geotécnico: escala y nivel de decisión

Un mapa geotécnico integra la base geológica con información geomorfológica, hidrogeológica y geomecánica para responder preguntas de ingeniería.

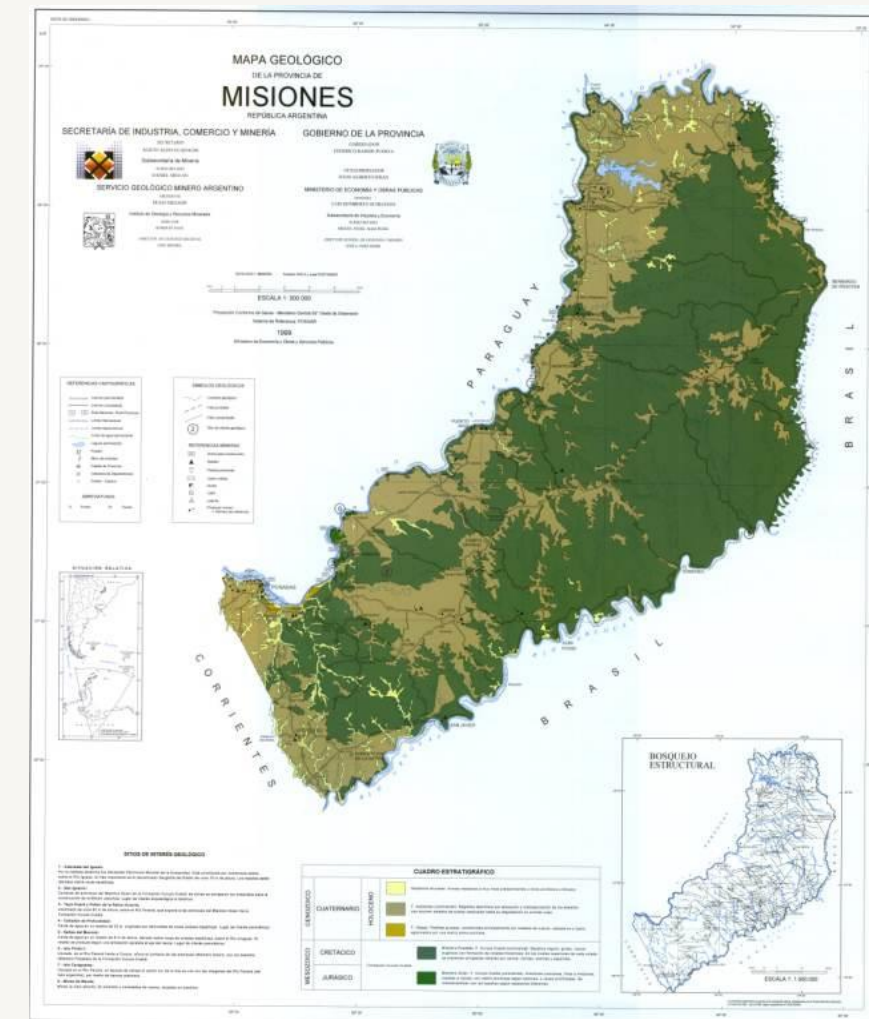
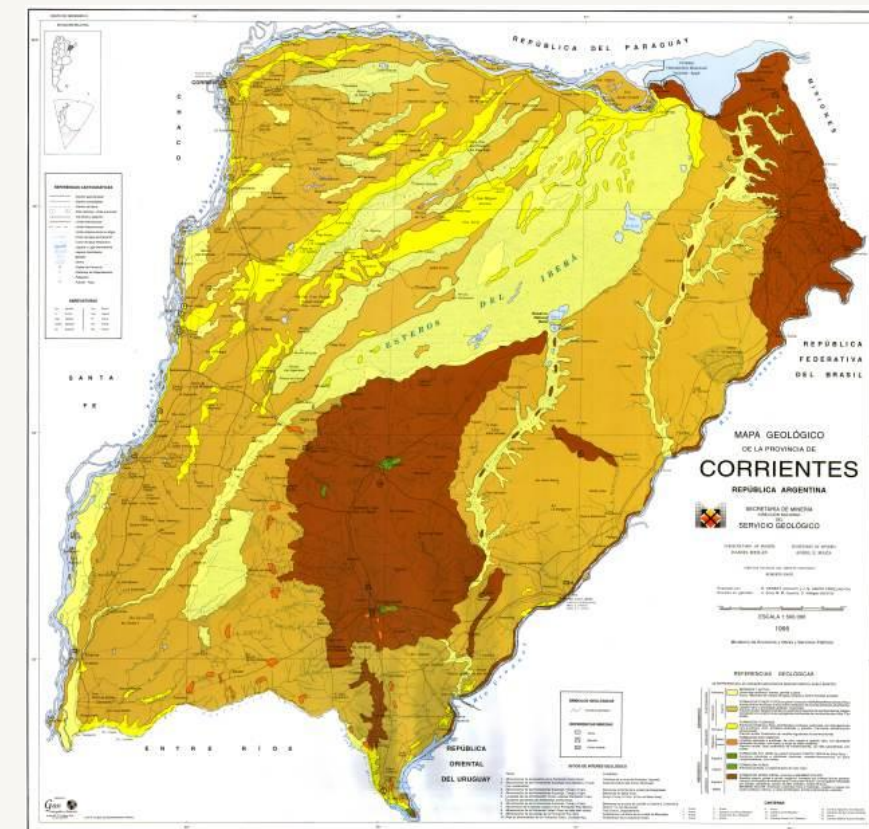
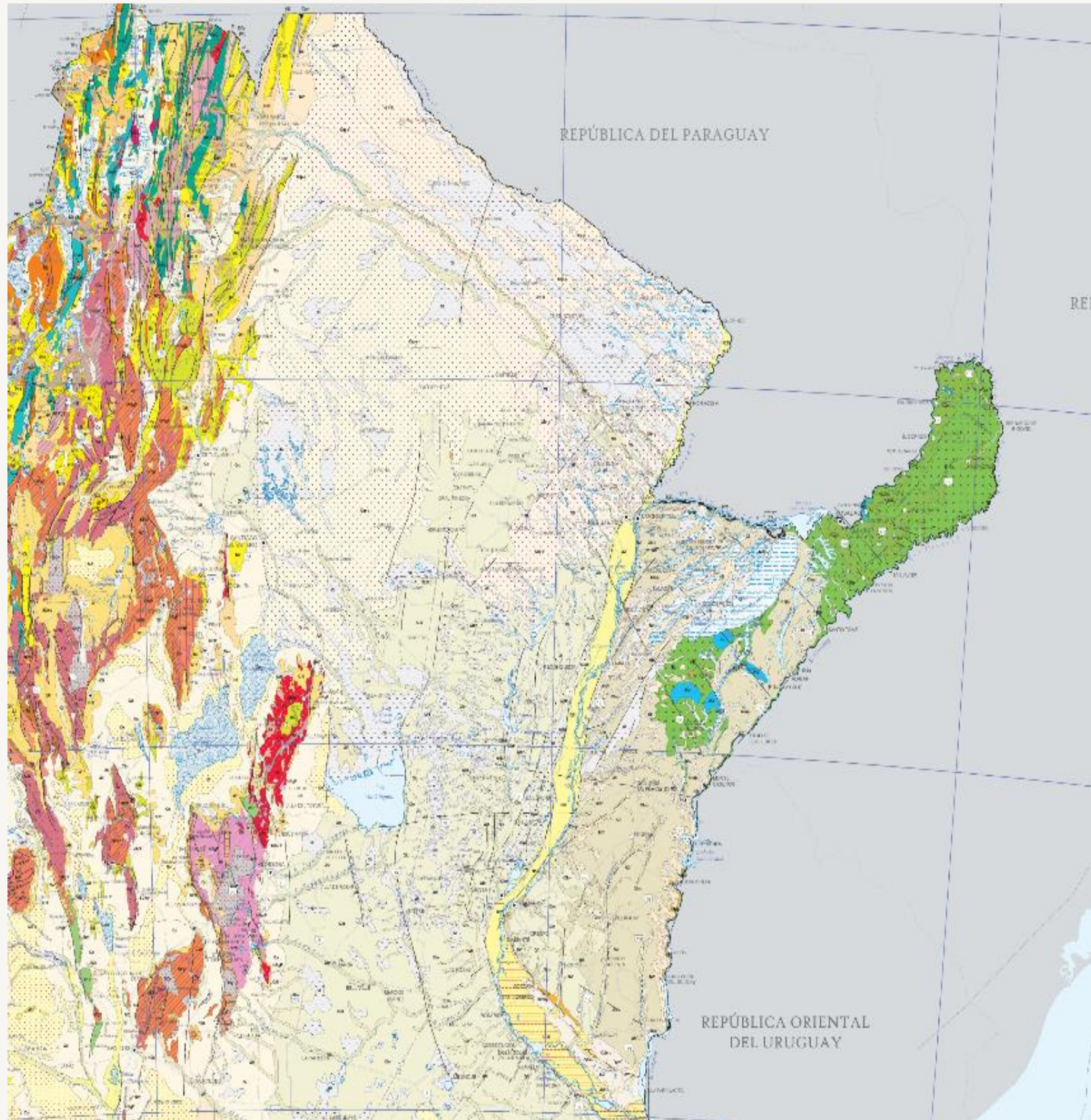
La escala controla el nivel de detalle: un mapa regional orienta; un mapa local permite comparar alternativas; el diseño definitivo exige investigación específica del sitio.



Tipo	Escala	Aplicación
Regional	< 1:100.000	Planificación territorial
Local / anteproyecto	1:10.000 – 1:50.000	Anteproyectos
Proyecto / detalle	1:5.000 o mayor	Diseño definitivo

Fig. 3: Bosquejo geológico de la provincia de Misiones incluido en el Informe de CARTA 1964. La figura original (CARTA 1964) fue modificada para su reproducción.

Cuenca chaco Paranaense y Mesopotamia



https://www.criba.edu.ar/geolarg/cuenca_chaco_paranense_y_mesopot.htm

Mapa geológico vs. mapa geotécnico

La diferencia está en la pregunta que responde cada uno

MAPA GEOLÓGICO

- **Distribución de unidades litológicas y edades.**
- Contactos, fallas, pliegues y estructuras.
- Historia y relaciones geológicas del terreno.
- Base para inferir el origen y continuidad de los materiales.

Pregunta: ¿qué materiales y estructuras existen?

MAPA GEOTÉCNICO

- **Transforma las unidades geológicas en unidades de comportamiento.**
- Incluye resistencia, deformabilidad, permeabilidad y estado del material.
- Integra agua subterránea, geomorfología y procesos activos.
- Zonifica aptitud, restricciones y problemas para obras.

Pregunta: ¿cómo se comportará el terreno frente a la obra?

Geología → comportamiento → decisión de ingeniería

Clasificación de mapas en función de su escala

Tipo de mapa geotécnico y escala	Contenido	Método de elaboración	Aplicaciones
Regional < 1:100.000	Datos geológicos, conjuntos litológicos, estructuras geotectónicas, rasgos geomorfológicos regionales, grandes zonas afectadas por procesos. Información general de interés geotécnico e interpretaciones.	Fotografía aérea, mapas topográficos y geológicos previos, información existente, observaciones de campo.	Planificación y reconocimientos preliminares, información general sobre la región y tipos de materiales existentes.
Local Etapa de reconocimiento preliminar. 1:10.000 a 1:500	Descripción y clasificación de suelos y rocas, estructuras, geomorfología, condiciones hidrogeológicas, procesos geodinámicos, localización de materiales para construcción.	Fotografía aérea, recorridos de campo, medidas y datos de campo.	Planificación y viabilidad de obras y reconocimiento detallado.
Local Etapa de investigación in situ. 1:5.000 a 1:500	Propiedades de los materiales y condiciones geotécnicas, aspectos importantes para la construcción de una obra concreta.	Los anteriores más datos de calicatas y sondeos, geofísica, ensayos in situ y de laboratorio.	Detalles sobre emplazamientos y problemas geológico-geotécnicos. Diseño de obras.
Idea clave	A mayor escala cartográfica (p. ej. 1:1.000), mayor detalle y menor superficie representada.	La escala debe ser compatible con la densidad de datos disponibles.	No aumentar detalle gráfico sin aumentar investigación.

Clasificación de mapas en función de su objetivo y contenido

	Tipo de mapa
Objetivo	• Específico: proporciona información sobre un aspecto determinado de la ingeniería geológica o para un objetivo concreto (emplazamiento de residuos, trazados de ferrocarril, condiciones del terreno para cimentación de una presa, excavaciones subterráneas, etc.). • Múltiple o general: proporciona información referente a diversos aspectos de la ingeniería geológica, para variados objetivos y usos geotécnicos.
Contenido	• Temático o analítico: aporta detalles o evalúa un componente determinado del medio geológico (grado de meteorización, grado de fracturación de macizos rocosos, procesos sísmicos, expansividad de los suelos, etc.). • Integrado: aporta las condiciones geotécnicas descriptivas de todos los principales componentes del medio geológico; zonificación del territorio en unidades geotécnicamente homogéneas. • Auxiliar: presenta datos concretos de algún aspecto geológico o geotécnico. • Complementario: proporciona información básica sobre algún aspecto geológico, geomorfológico, hidrogeológico, etc.
Escala	• Gran escala (local): >1:10.000 • Escala media: 1:10.000 a 1:100.000 • Pequeña escala (regional): <1:100.000

¿Qué debe leer un ingeniero en un mapa?

Antes de interpretar colores, hay que leer la cartografía

1. Escala

Define el nivel de detalle y qué decisiones son válidas.

3. Leyenda y unidades

Explican qué representa cada color, trama y símbolo.

5. Contactos y estructuras

Fallas, lineamientos, rumbo/buzamiento y límites entre unidades.

7. Datos de investigación

Sondeos, calicatas, geofísica, muestras y ensayos.

2. Coordenadas y norte

Permiten ubicar datos, sondeos, obras y orientar perfiles.

4. Relieve

Curvas de nivel, cotas, pendientes y formas geomorfológicas.

6. Agua y drenaje

Cursos, valles, nivel freático, zonas inundables o saturables.

8. Fuente y fecha

La calidad de la interpretación depende de la calidad y vigencia del dato.

Regla práctica: no interpretes un mapa sin mirar primero su escala, leyenda y fuente.

De la geología a las propiedades geotécnicas

Clasificación y propiedades geotécnicas de suelos y rocas

La delimitación y cartografía de unidades de rocas o suelos **homogéneos** en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia, deformabilidad, permeabilidad y durabilidad, se realiza en base a las propiedades geológicas de mayor relación con las propiedades geotécnicas.

La composición mineralógica y la litología están directamente relacionadas con la densidad y plasticidad de los suelos. En las rocas, la composición determina la dureza, resistencia y alterabilidad.

La textura y estructura mineralógica son también aspectos que proporcionan información sobre el comportamiento mecánico de los materiales en relación con la porosidad y la densidad.

Las condiciones hidrogeológicas aportan información sobre la consistencia de los suelos y sobre las condiciones de alteración en suelos y rocas.

En el caso de macizos rocosos, la frecuencia, distribución y tipo de discontinuidades, el grado de fracturación y el grado de alteración o meteorización proporcionan información sobre la resistencia, deformabilidad y permeabilidad.

Los parámetros geotécnicos a representar en las cartografías geotécnicas deben seleccionarse siempre en función de la escala del mapa y del objetivo del estudio.

Mapas de zonificación geotécnica

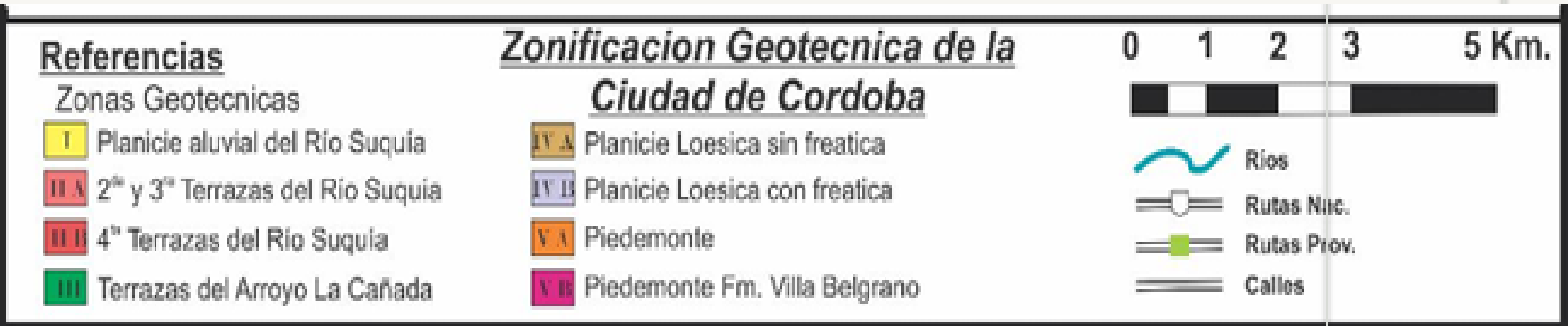
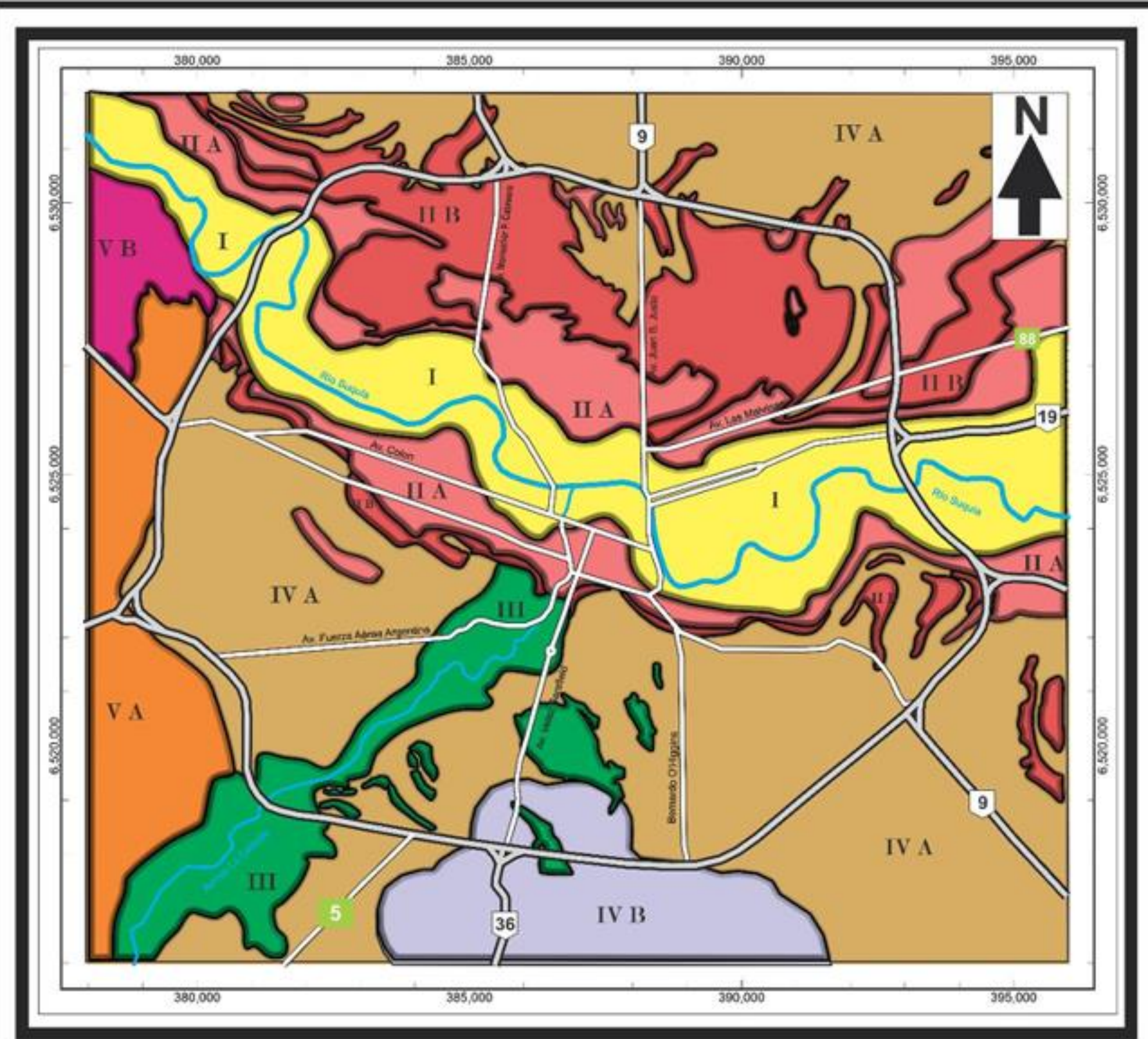


Figura 2. Zonificación geotécnica de la ciudad de Córdoba.

La cartografía geotécnica requiere disponer de información geológica y topográfica adecuada a la escala del estudio. Cuando esta información no existe, debe obtenerse mediante fotografía aérea, mapas geológicos y trabajos de campo.

Las unidades geotécnicas se definen según la litología, origen y características geológicas de los materiales, complementándose con observaciones de campo, ensayos *in situ* y de laboratorio. El nivel de detalle depende de la escala del mapa, el objetivo del estudio y la información disponible. La zonificación geotécnica se basa en la identificación de unidades homogéneas y puede clasificarse, de mayor a menor detalle, en:

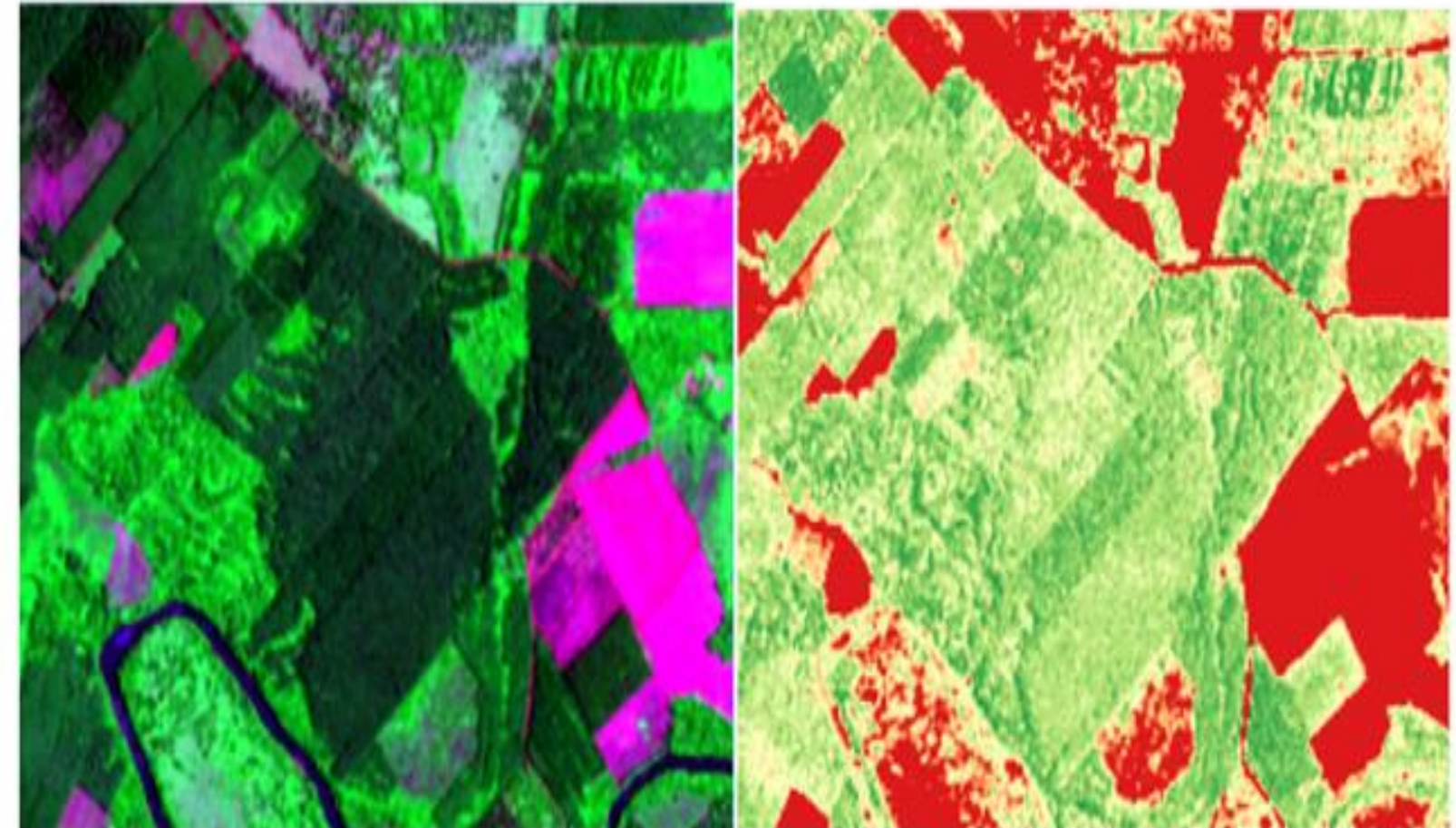
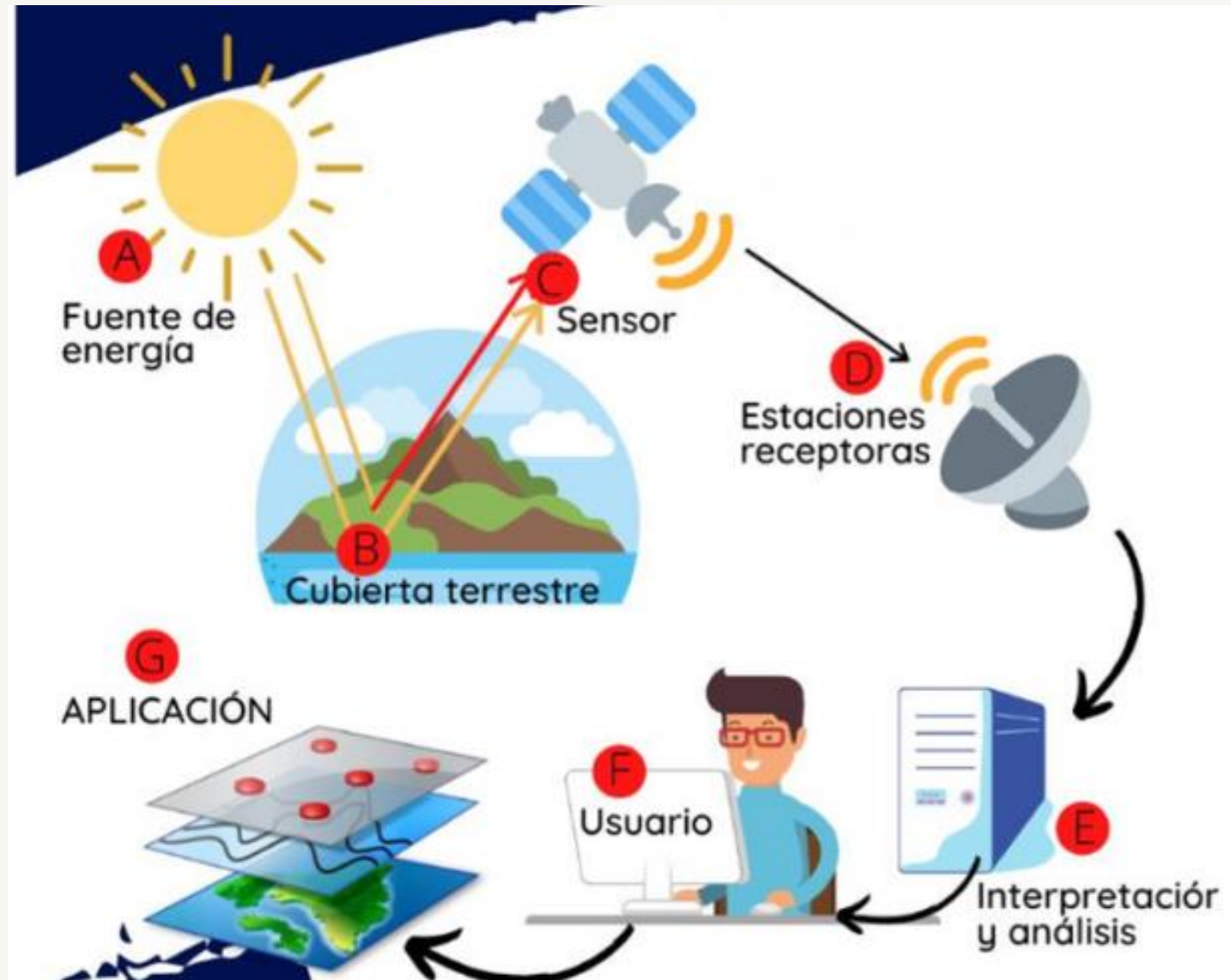
- 1. Tipo geotécnico:** unidades con propiedades físicas y mecánicas uniformes.
- 2. Tipo litológico:** unidades homogéneas en composición y estructura, con rangos de propiedades.
- 3. Complejo litológico:** agrupación de varios tipos litológicos con características genéticas y tectónicas similares.
- 4. Conjunto litológico:** agrupación de complejos litológicos, utilizada en mapas regionales y de pequeña escala.

Finalmente, los mapas geotécnicos permiten clasificar el territorio según su aptitud para distintos usos (apto, apto con restricciones o no apto) e identificar problemas geotécnicos, geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos relevantes para proyectos de ingeniería.

Métodos Cartográficos y Zonificación Geotécnica

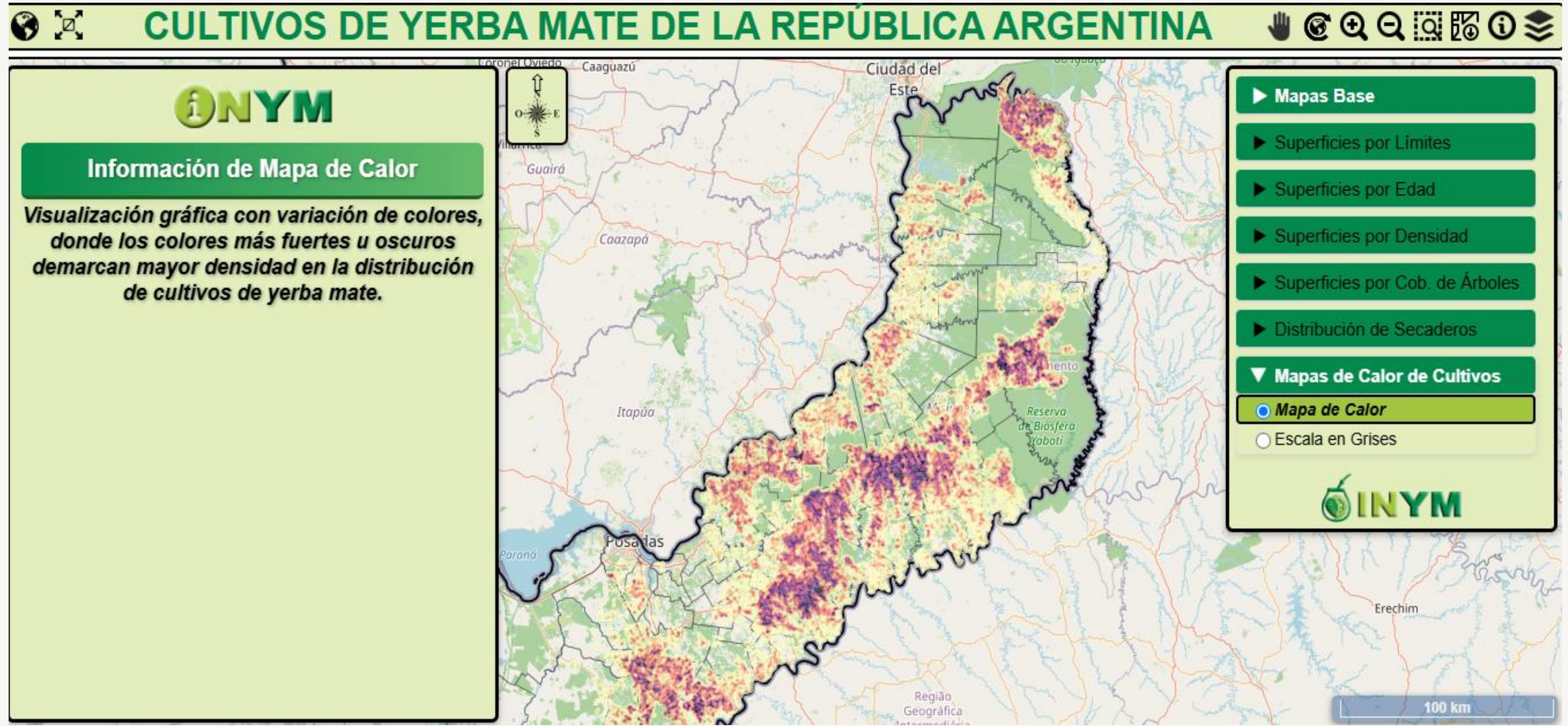
Método	Datos obtenidos
Fotointerpretación y teledetección	- Cartografía de suelos y rocas.- Estructuras geológicas.- Hidrología y redes de drenaje.- Procesos dinámicos.
Reconocimientos y toma de datos de campo	- Detalles geológicos y geomorfológicos.- Datos y medidas geológico-geotécnicas.
Métodos geofísicos	Resistividad eléctrica:- Porosidad, fracturación, saturación y salinidad.- Profundidad del nivel freático.- Profundidad del sustrato rocoso. Sísmica.- Densidad y módulos de deformación.- Grado y profundidad de zonas alteradas.- Profundidad del sustrato rocoso.
Fotointerpretación y teledetección	
Sondeos, calicatas y muestreos	- Aportan muestras representativas.- Permiten la observación directa de los materiales.- Propiedades físicas y características del terreno.- Condiciones hidrogeológicas.
Ensayos in situ	- Propiedades resistentes y deformacionales.- Tensiones naturales.- Permeabilidad y presión de agua.- Datos complementarios a sondeos.
Ensayos de laboratorio	- Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.

Teledetección sensores remotos.



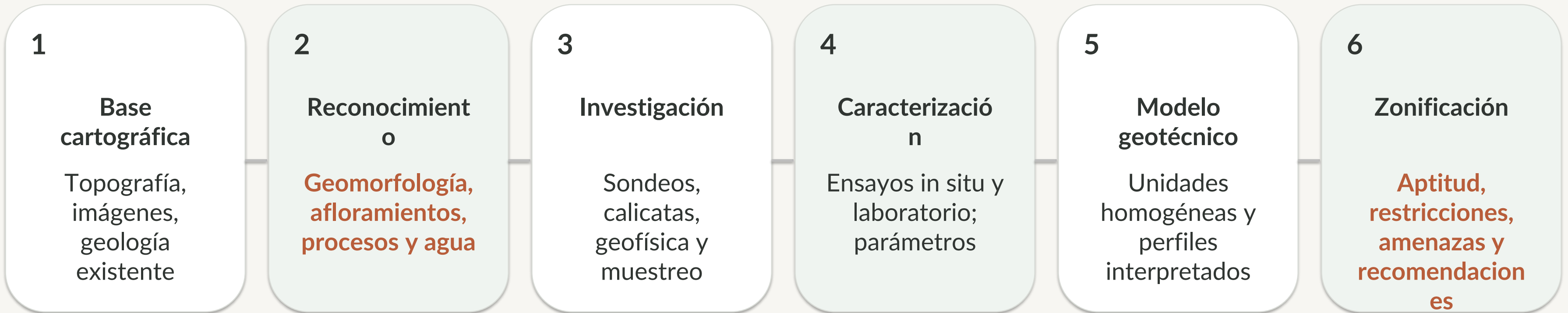
Imágenes: Izquierda imagen satelital de media resolución incluyendo banda infrarroja. Derecha Índice de Vegetación en plantaciones forestales y Bosques naturales.

Teledetección sensores remotos.



Cómo se construye un mapa geotécnico

De la información base a una zonificación útil para el proyecto



El mapa geotécnico sintetiza la incertidumbre disponible. No reemplaza la investigación específica del emplazamiento: ayuda a ubicarla, priorizarla y optimizarla.

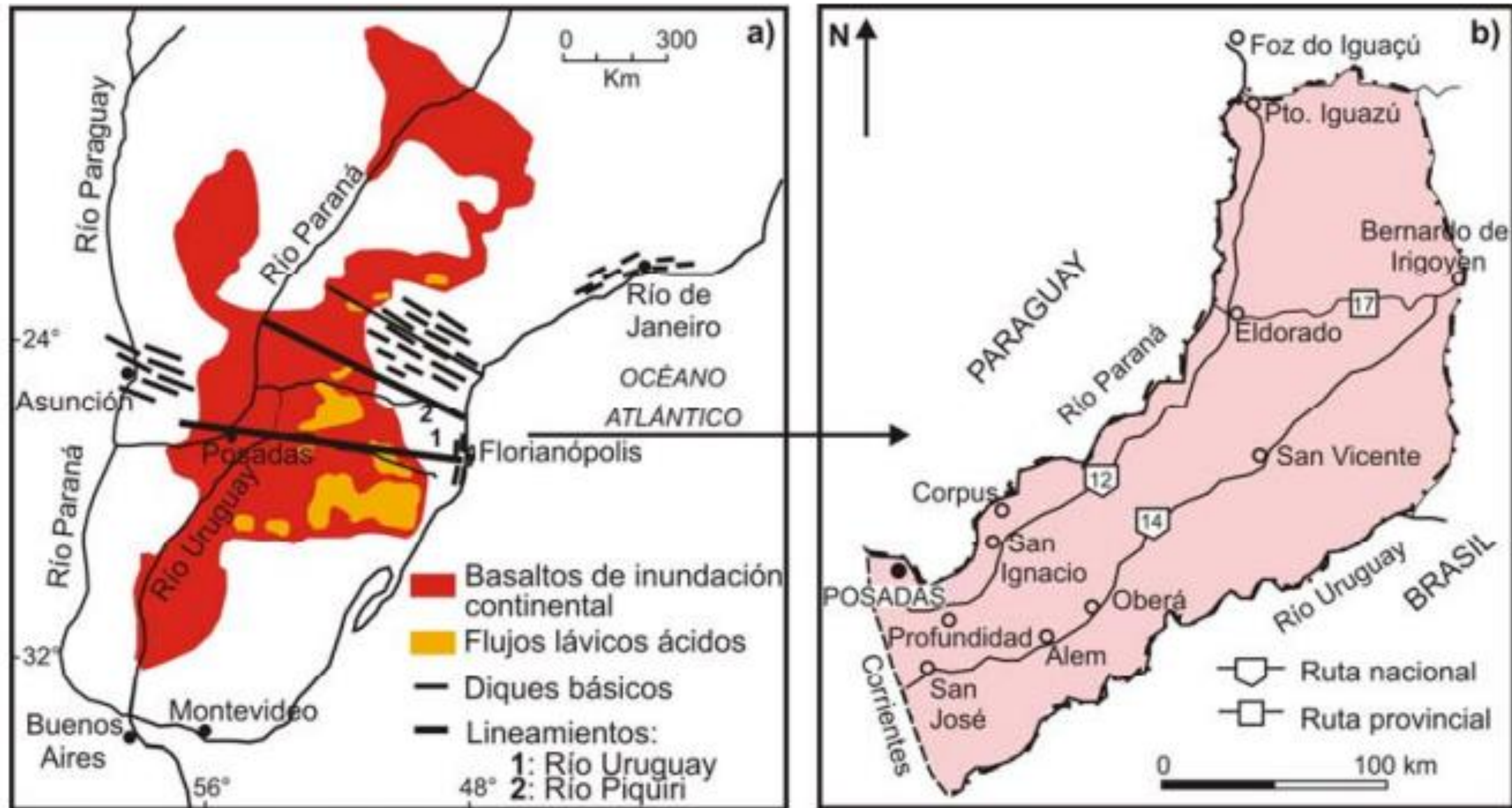
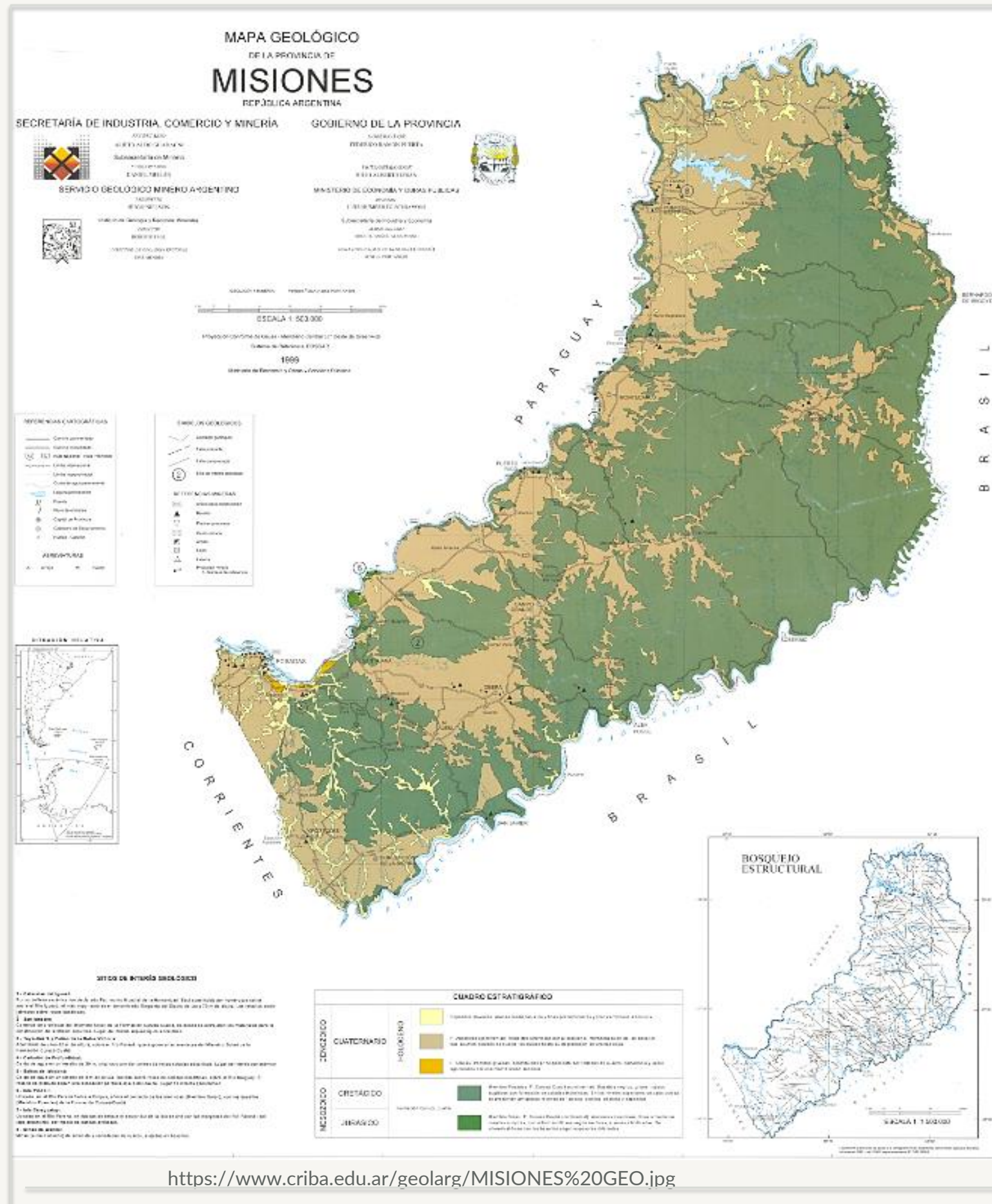


Figura 2: a) Mapa esquemático de los derrames de inundación continental de la Provincia Magmática Paraná, tomado de Piccirillo y Melfi (1988). **b)** Mapa de la provincia de Misiones.

Mapas Geológicos



- **Predominio de las unidades basálticas de la Formación Serra Geral (en tonos verdes), que ocupan la mayor parte de la provincia.**
- Depósitos sedimentarios y aluviales más recientes (tonos claros) asociados a valles y cursos de agua.
- Información estructural (lineamientos y fallas).
- Cuadro estratigráfico con las principales unidades geológicas.
- Bosquejo estructural de Misiones.

Desde el punto de vista geotécnico, este mapa permite inferir:

- Presencia de suelos residuales lateríticos derivados del basalto.
- Variaciones en el espesor de la saprolito.
- Sectores con roca próxima a superficie.
- Posibles zonas con mayor fracturación.
- Aptitud preliminar para fundaciones, taludes y obras lineales.

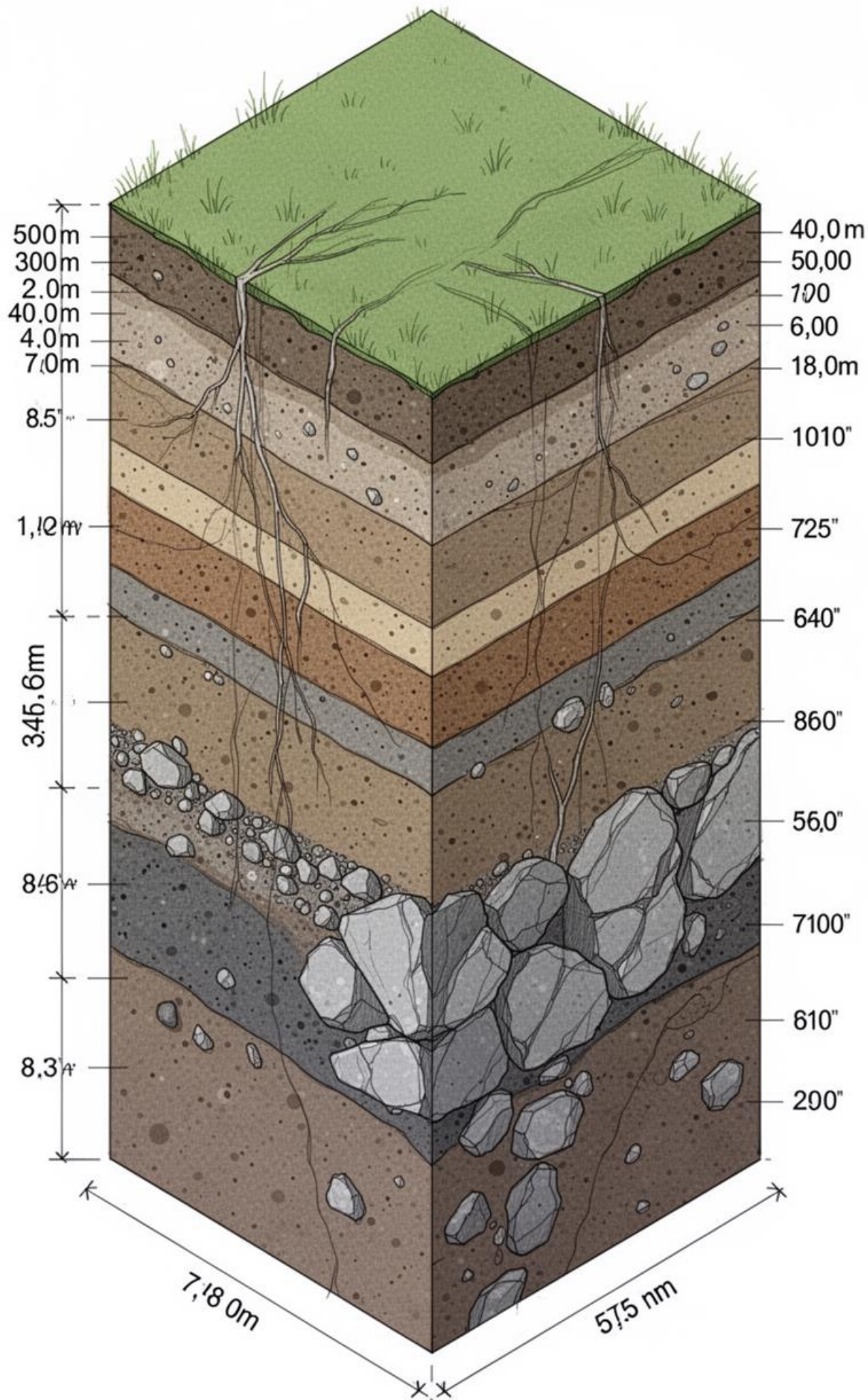
En particular, para la zona de Oberá, es esperable encontrar:

- Suelos residuales rojos de alta meteorización.
- Horizontes saprolíticos.
- Basalto alterado y basalto sano a mayor profundidad.

Perfil geotécnico: síntesis del subsuelo

Visualización del terreno y sus capas

Este perfil geotécnico general ilustra las diferentes capas del terreno y su composición, vital para análisis.



1. Información general

1. Nombre del proyecto.
2. Ubicación.
3. Escala horizontal y vertical.
4. Coordenadas del sondeo.

2. Estratigrafía

1. Espesor de cada capa.
2. Descripción de los materiales.
3. Contactos entre estratos.

3. Clasificación de los materiales

1. Sistema SUCS.
2. Sistema AASHTO.
3. Clasificación geológica.

4. Propiedades físicas

1. Contenido de humedad.
2. Peso unitario (γ).
3. Densidad.
4. Límites de Atterberg.
5. Índice de vacíos.

5. Propiedades mecánicas

1. Cohesión (c).
2. Ángulo de fricción (ϕ).
3. Módulo de elasticidad (E).
4. Resistencia al corte.
5. Relación de Poisson (ν).

1. Información hidrogeológica

1. Nivel freático.
2. Variaciones estacionales.
3. Presión de poros.

2. Resultados de ensayos

1. SPT (N).
2. CPT/CPTu. (no utilizado en Argentina)
3. Vane Test.
4. Presiómetro.
5. Ensayos triaxiales.
6. Corte directo.

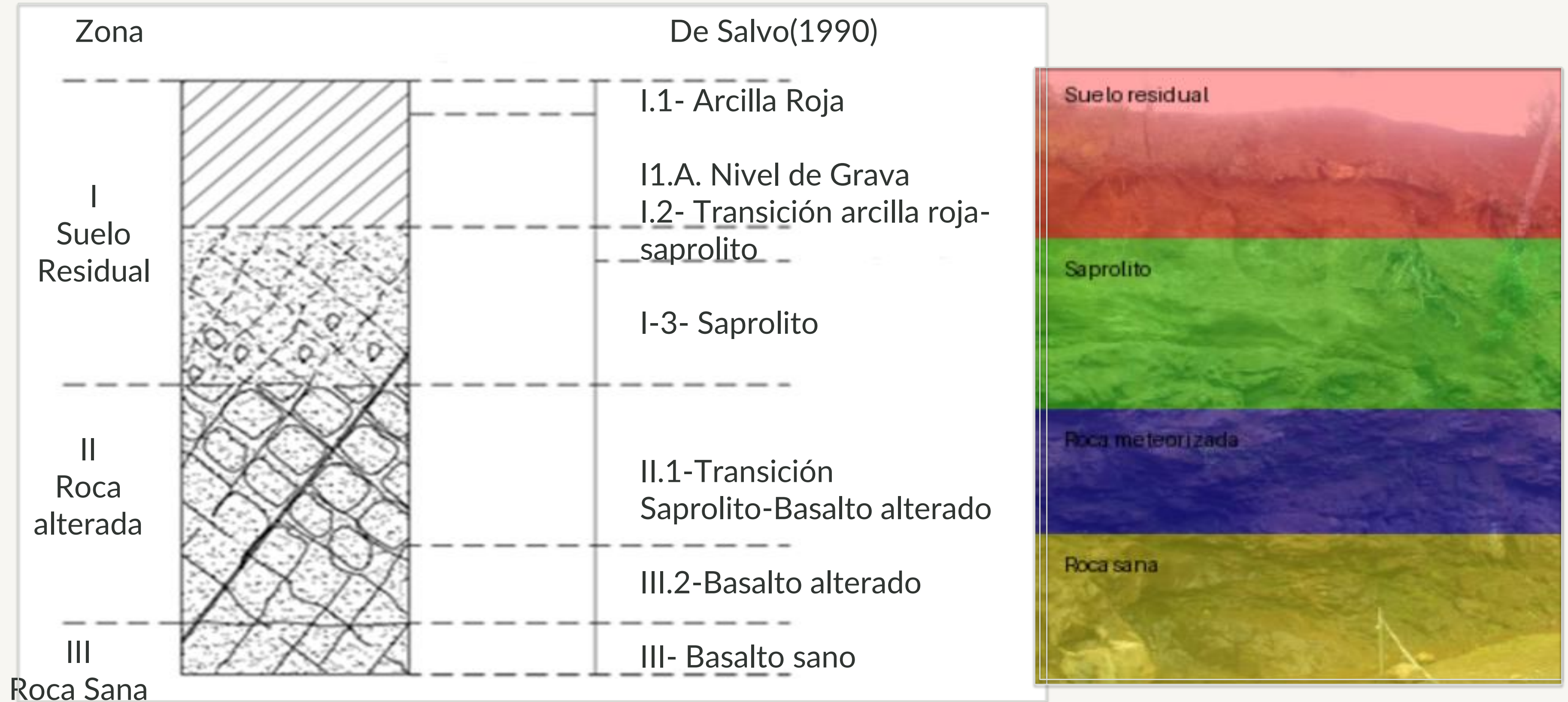
3. Características de macizos rocosos (si existen)

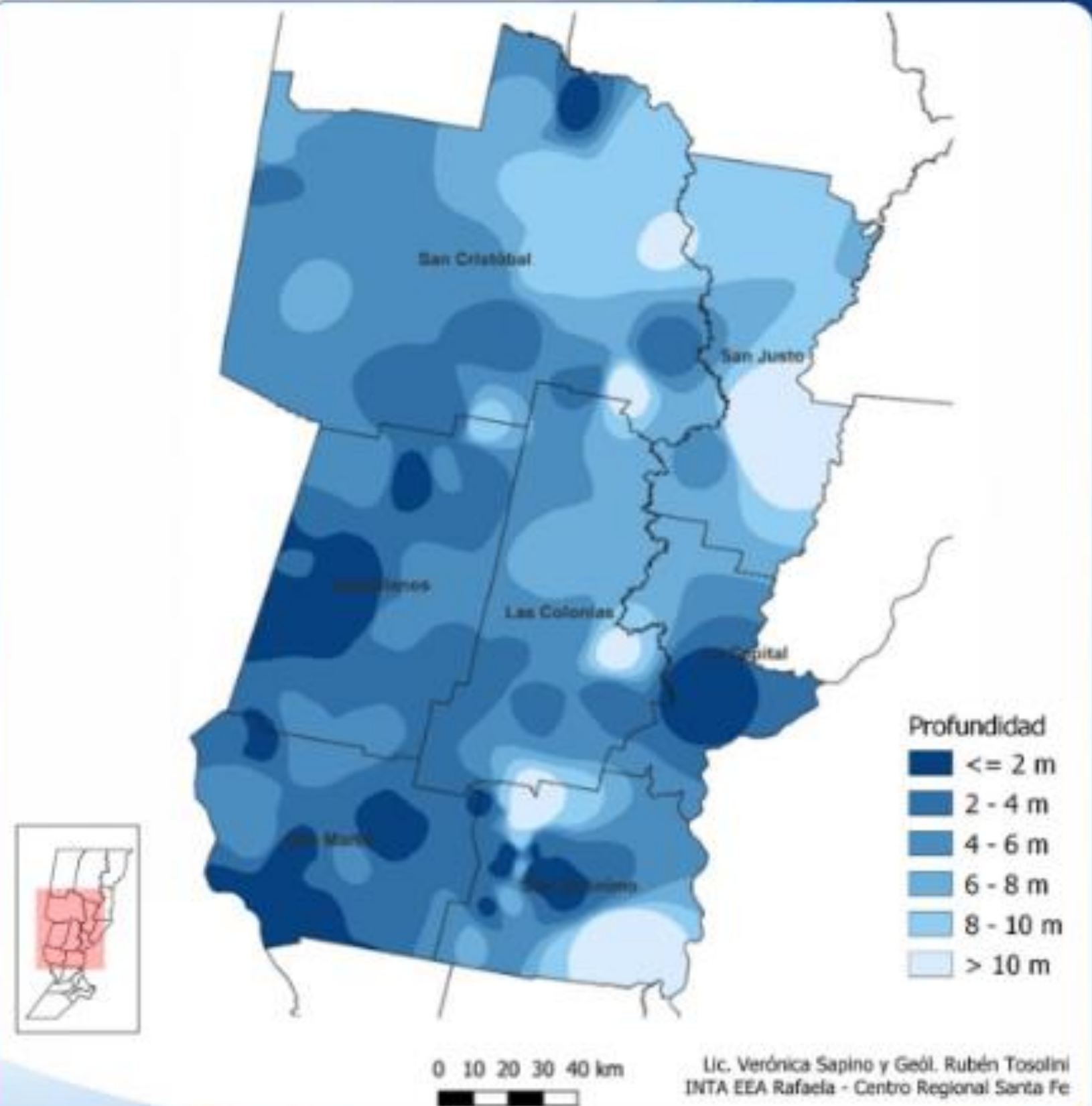
1. RQD.
2. RMR.
3. GSI.
4. Grado de meteorización.
5. Discontinuidades.

4. Observaciones geotécnicas

1. Presencia de rellenos.
2. Suelos expansivos.
3. Zonas blandas.
4. Cavidades.
5. Evidencias de deslizamientos

Perfil de meteorización





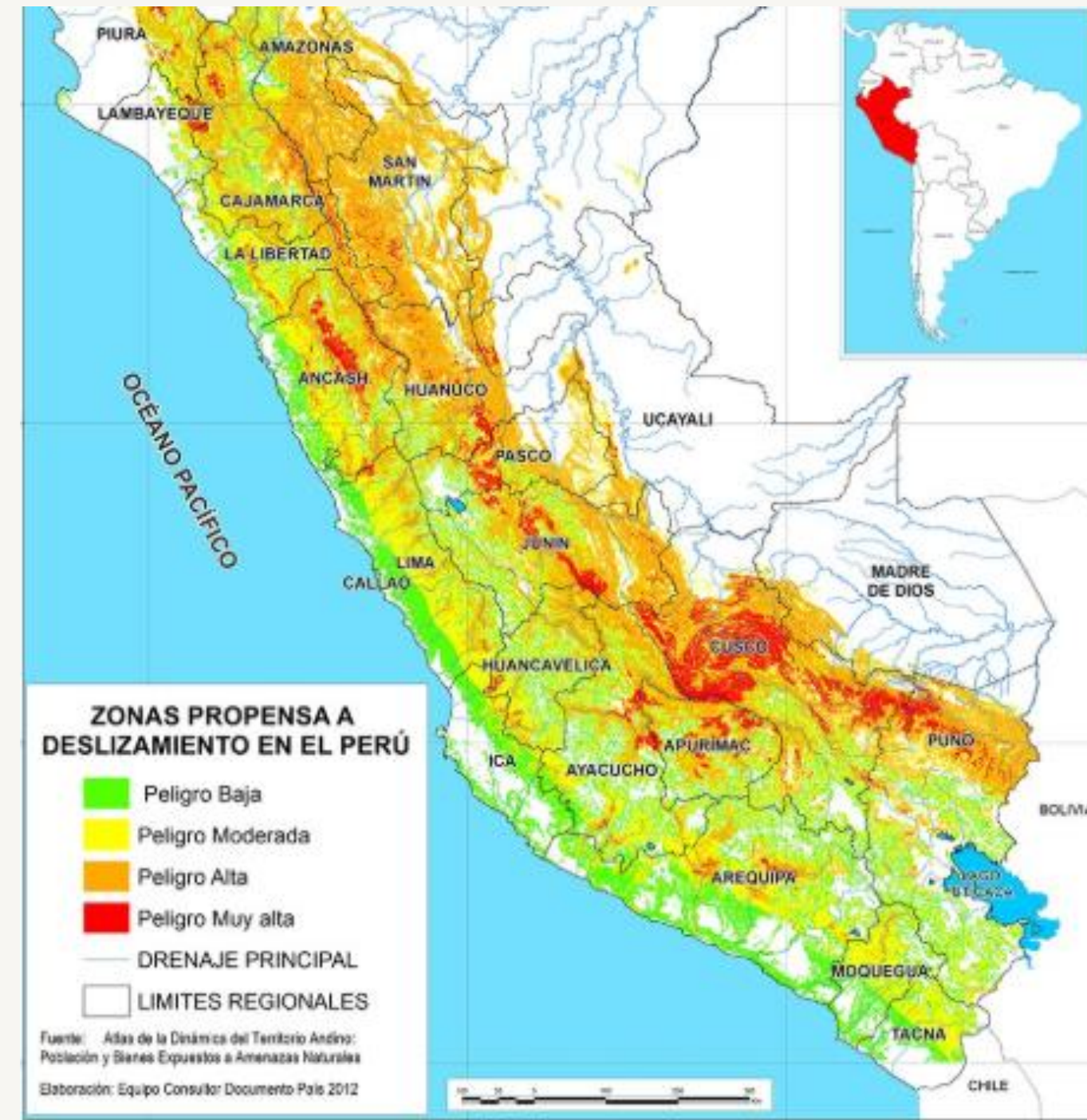
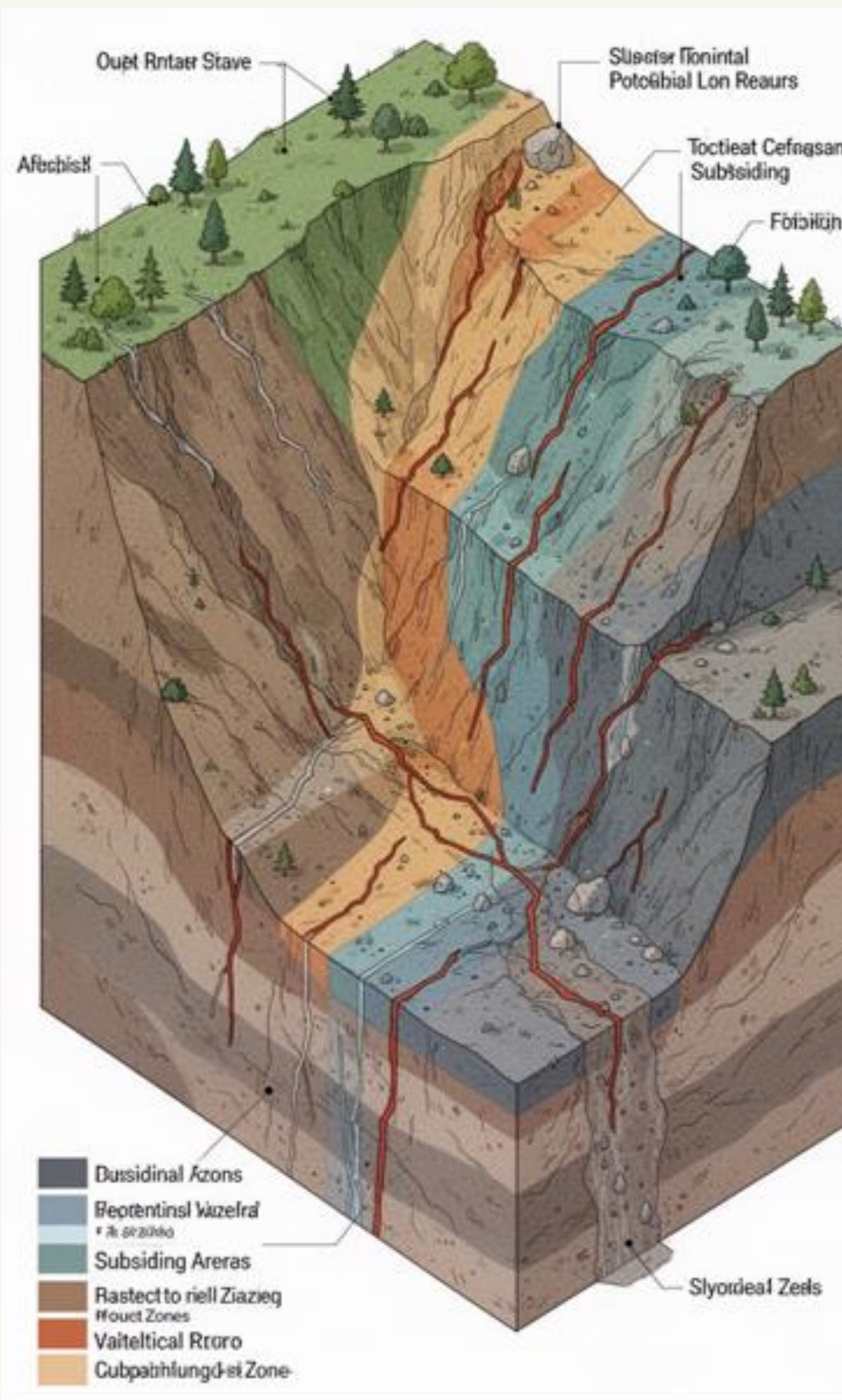
Mapa de Nivel Freático

Nivel freático y superficie piezométrica

El agua modifica tensiones efectivas, estabilidad y excavabilidad. Un nivel medido en un sondeo es un dato puntual; su variación espacial y estacional debe interpretarse.

Profundidad del nivel freático en la región centro de Santa Fe durante mayo de 2026.

Amenazas y Riesgo Geotécnico

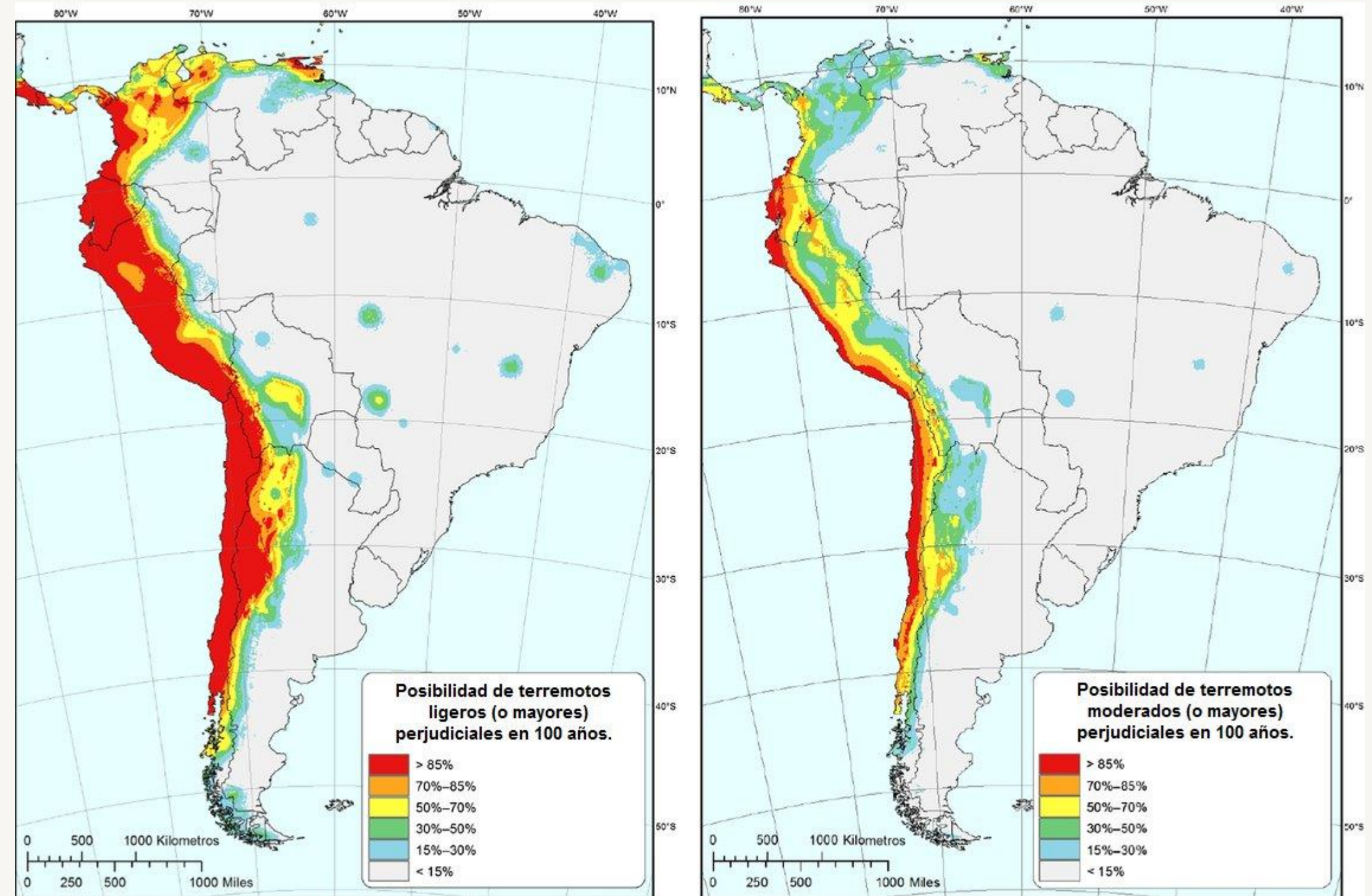
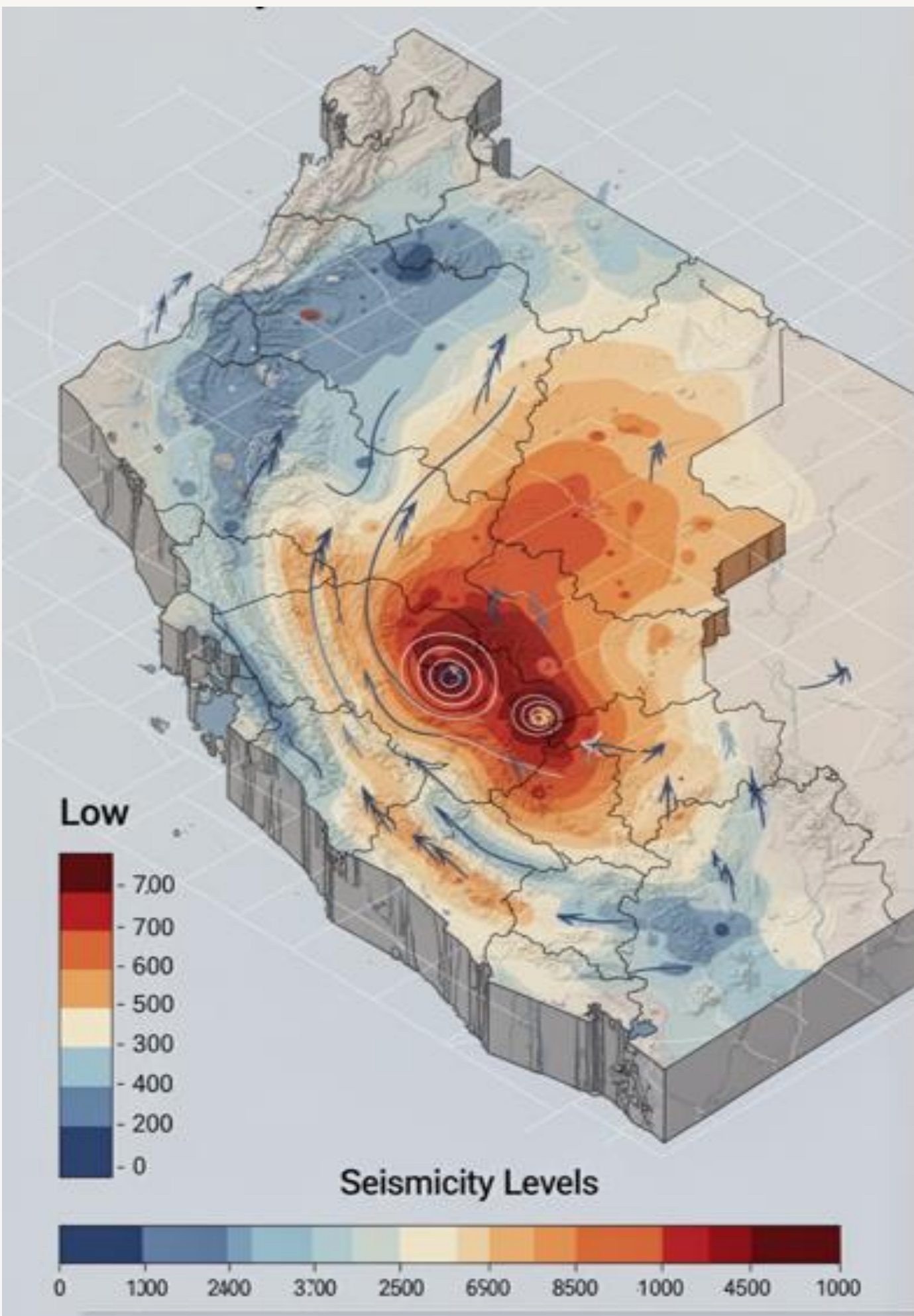


<https://predes.org.pe/mapas/deslizamiento/>

Amenaza + exposición + vulnerabilidad

En geotecnia conviene distinguir la amenaza del terreno (deslizamiento, erosión, inundación, subsidencia) del riesgo que resulta al incorporar la obra y sus consecuencias.

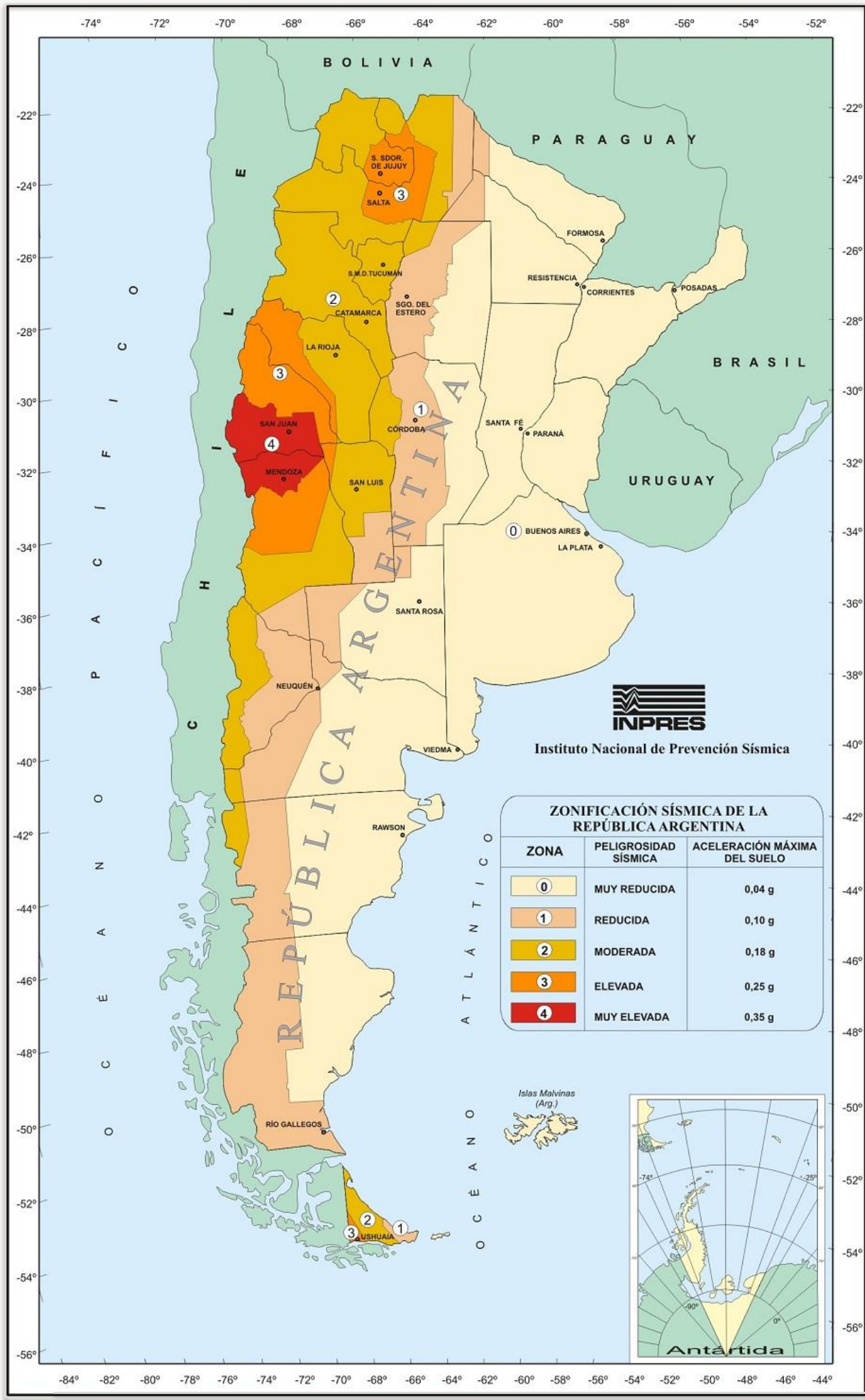
Sismicidad y Condiciones de Sitio



Amenaza regional y respuesta local

La zonificación sísmica expresa la amenaza regional. La respuesta del sitio depende además de la rigidez, el espesor, la saturación y la geometría de los estratos.

Mapa de Sismicidad Argentina



ZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA		
ZONA	PELIGROSIDAD SÍSMICA	ACELERACIÓN MÁXIMA DEL SUELO
0	MUY REDUCIDA	0,04 g
1	REDUCIDA	0,10 g
2	MODERADA	0,18 g
3	ELEVADA	0,25 g
4	MUY ELEVADA	0,35 g

<http://contenidos.inpres.gob.ar/acelerografos/Reglamentos>

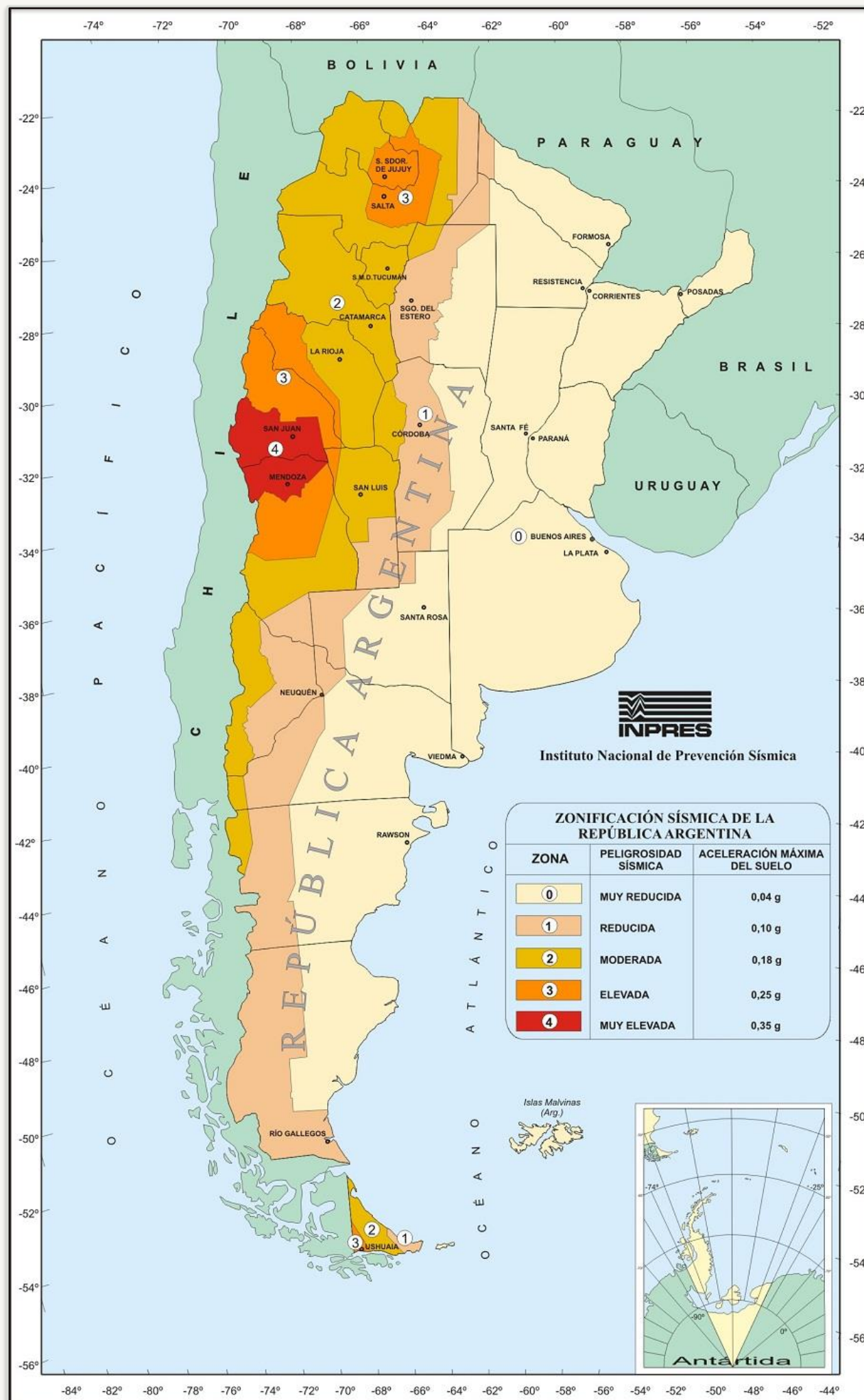
De la amenaza sísmica al problema geotécnico

La cartografía sísmica es un dato de entrada, no el análisis completo del sitio.

Para una evaluación geotécnica se debe reconocer:

- Perfil estratigráfico y espesor de suelos.
- Contrastes de rigidez y velocidad de onda de corte.
- Nivel freático y materiales saturados.
- Rellenos o estratos blandos susceptibles de amplificación.
- Potencial de licuación cuando existan suelos granulares saturados susceptibles.

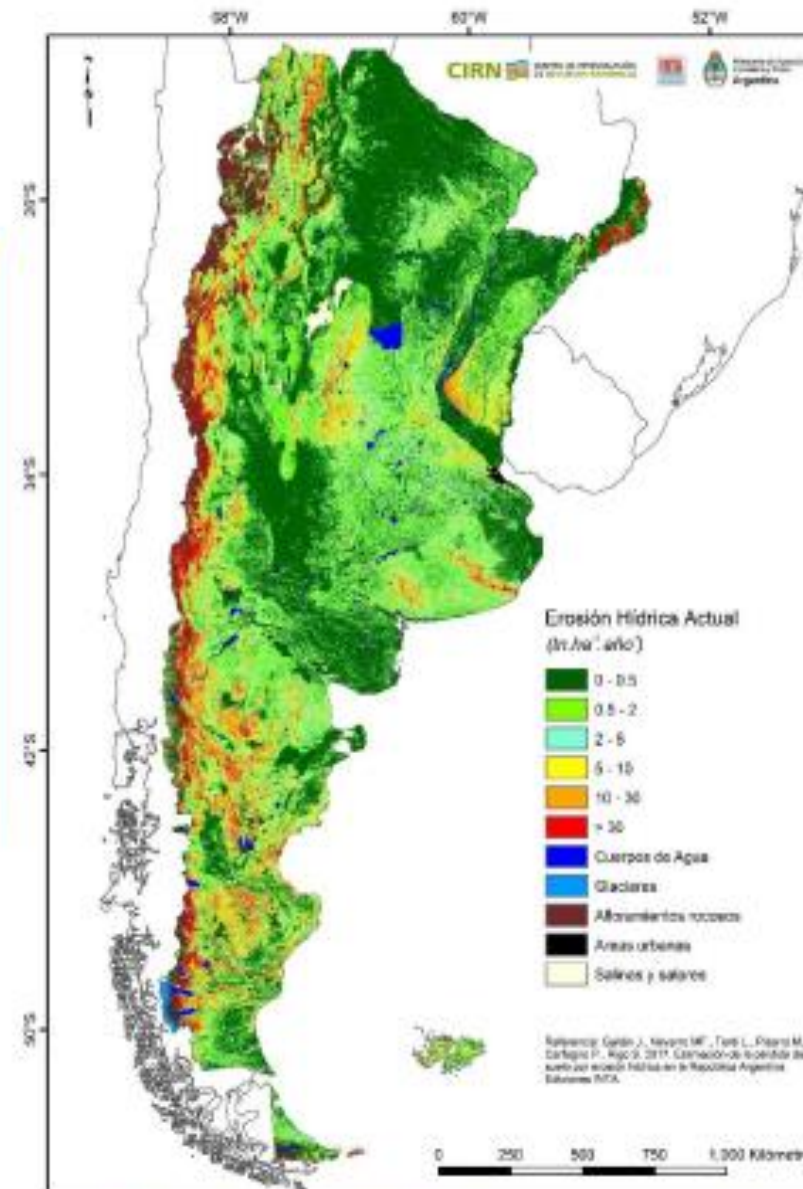
Conclusión: el mapa regional orienta; la condición local del terreno gobierna la respuesta geotécnica del emplazamiento.



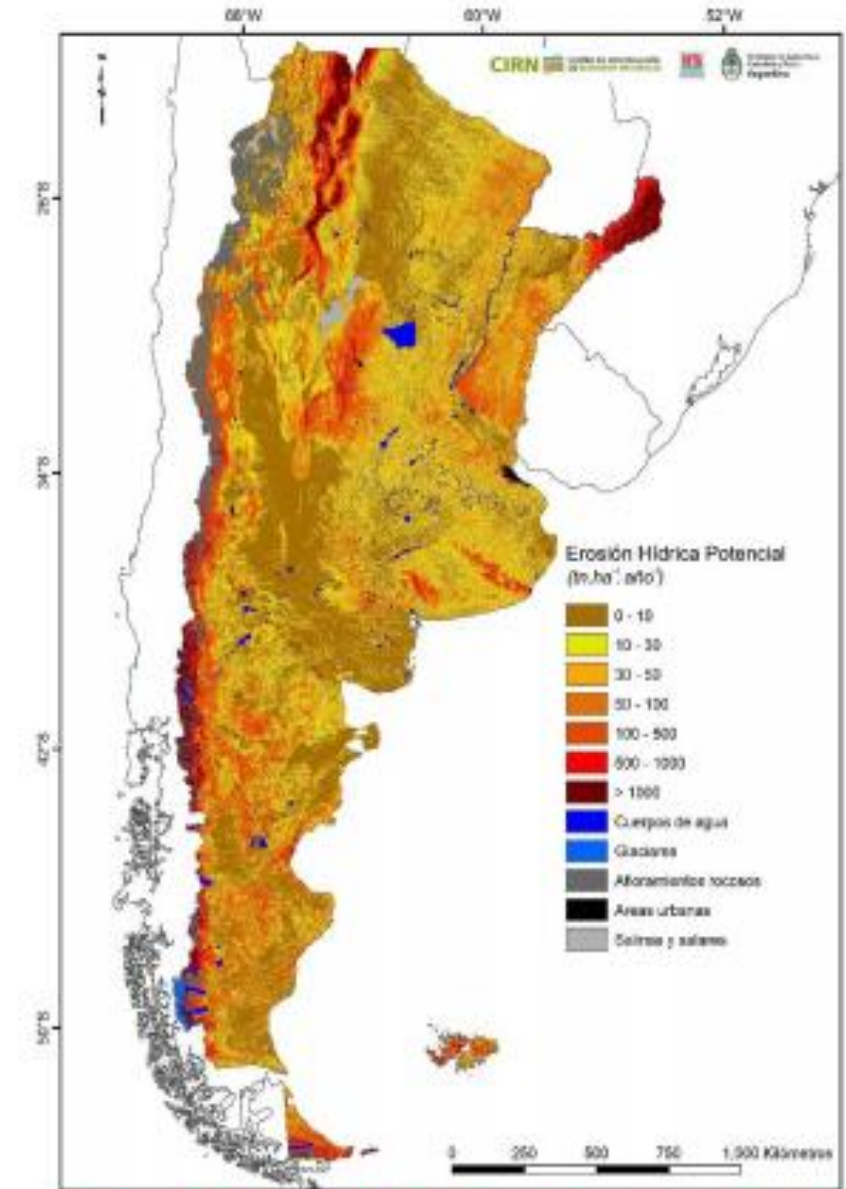
Erosión y Procesos Geodinámicos

Cuidemos mucho el Suelo: Estimación de la erosión hídrica

Tasas de
pérdida de
suelos con
las
prácticas y
sistemas
de
producción
actuales



Erosión Hídrica actual



Erosión Hídrica Potencial

Sino cuidamos
el suelo
adoptando,
actualizando y
promoviendo
más buenas
prácticas de
manejo y
conservación

Gaitan et al.
2018
INTA I. Suelos



Reconocer procesos, no solo materiales

La erosión puede modificar rápidamente la geometría del terreno. En cartografía geotécnica se representan cárcavas, erosión de márgenes, socavación y zonas de escorrentía concentrada.

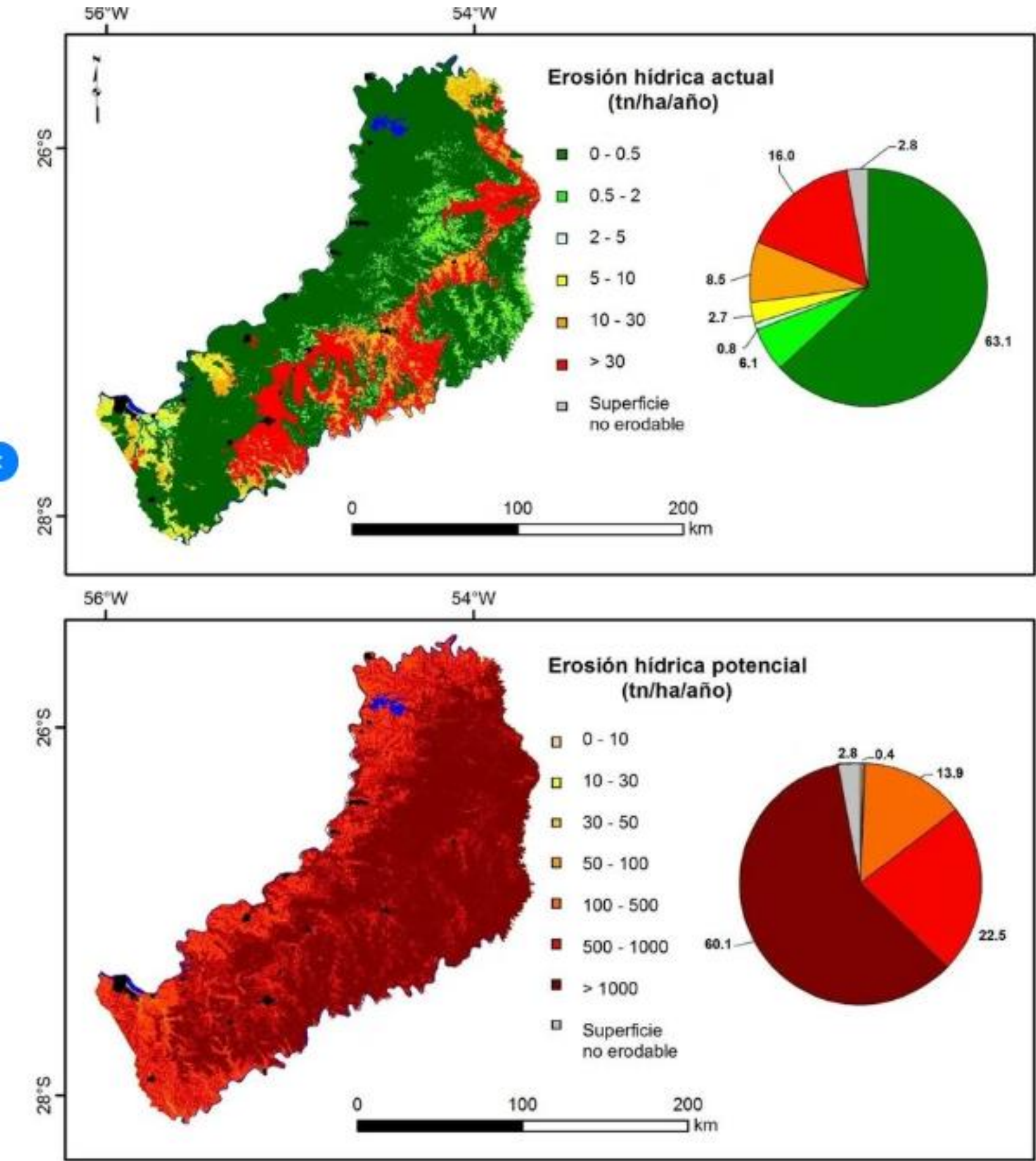
Erosión y Procesos Geodinámicos

EROSIÓN HIDRICA POTENCIAL EN LA PROVINCIA DE MISIONES

- Extremadamente Alta
- Muy Alta
- Moderadamente Alta
- Alta
- Moderada
- Baja



Mapa de Clases de erosión hídrica potencial en la provincia de Misiones
Imagen: Grupo de Recursos Naturales (2002)



Erosión hídrica actual y potencial para la provincia de Misiones.

Uso del Suelo ≠ Aptitud Geotécnica

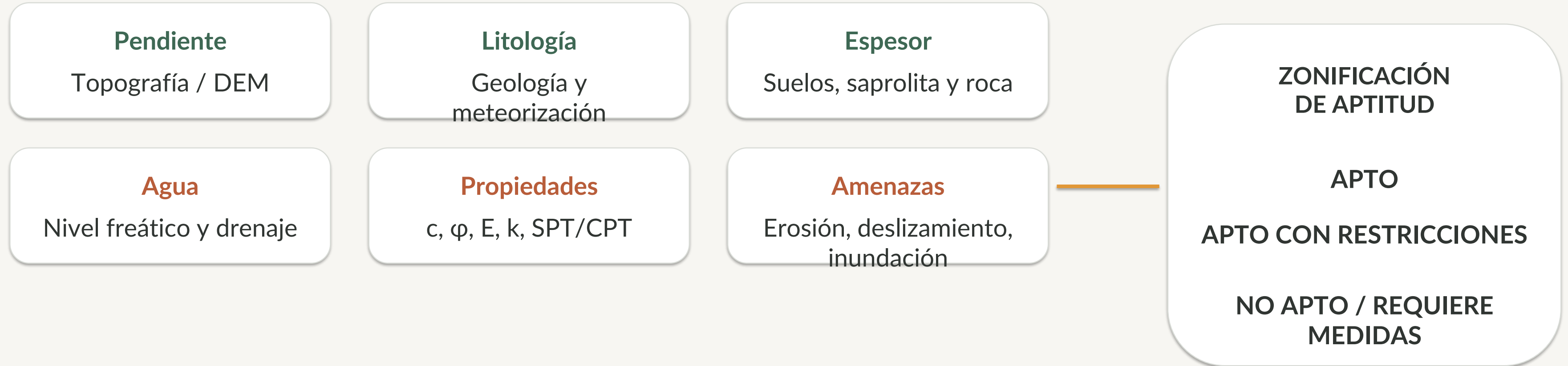


Dos cartografías diferentes

El uso del suelo refleja decisiones urbanas. La aptitud geotécnica se obtiene al integrar litología, pendiente, agua, espesor de suelos, propiedades mecánicas y amenazas.

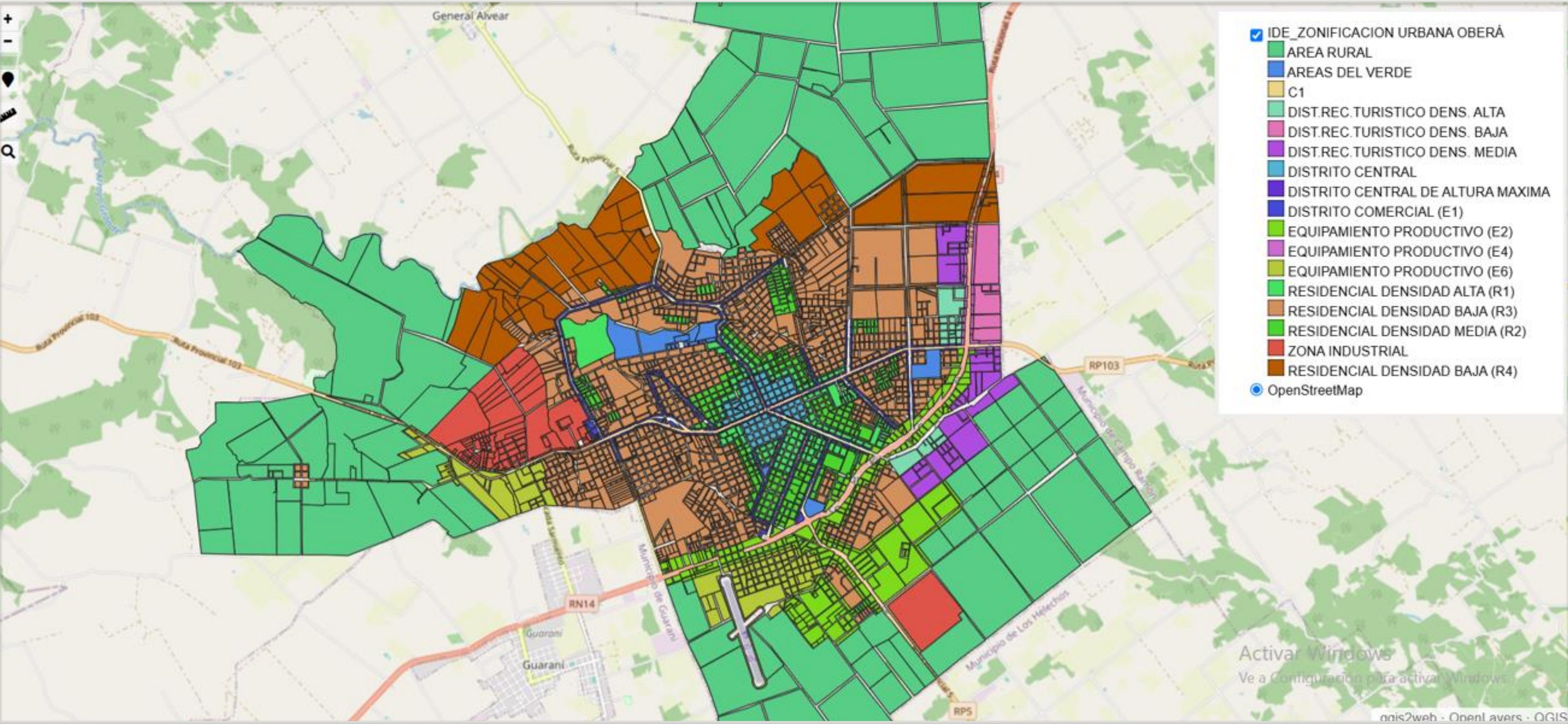
De mapas temáticos a un mapa de aptitud geotécnica

La zonificación final integra varias capas de información

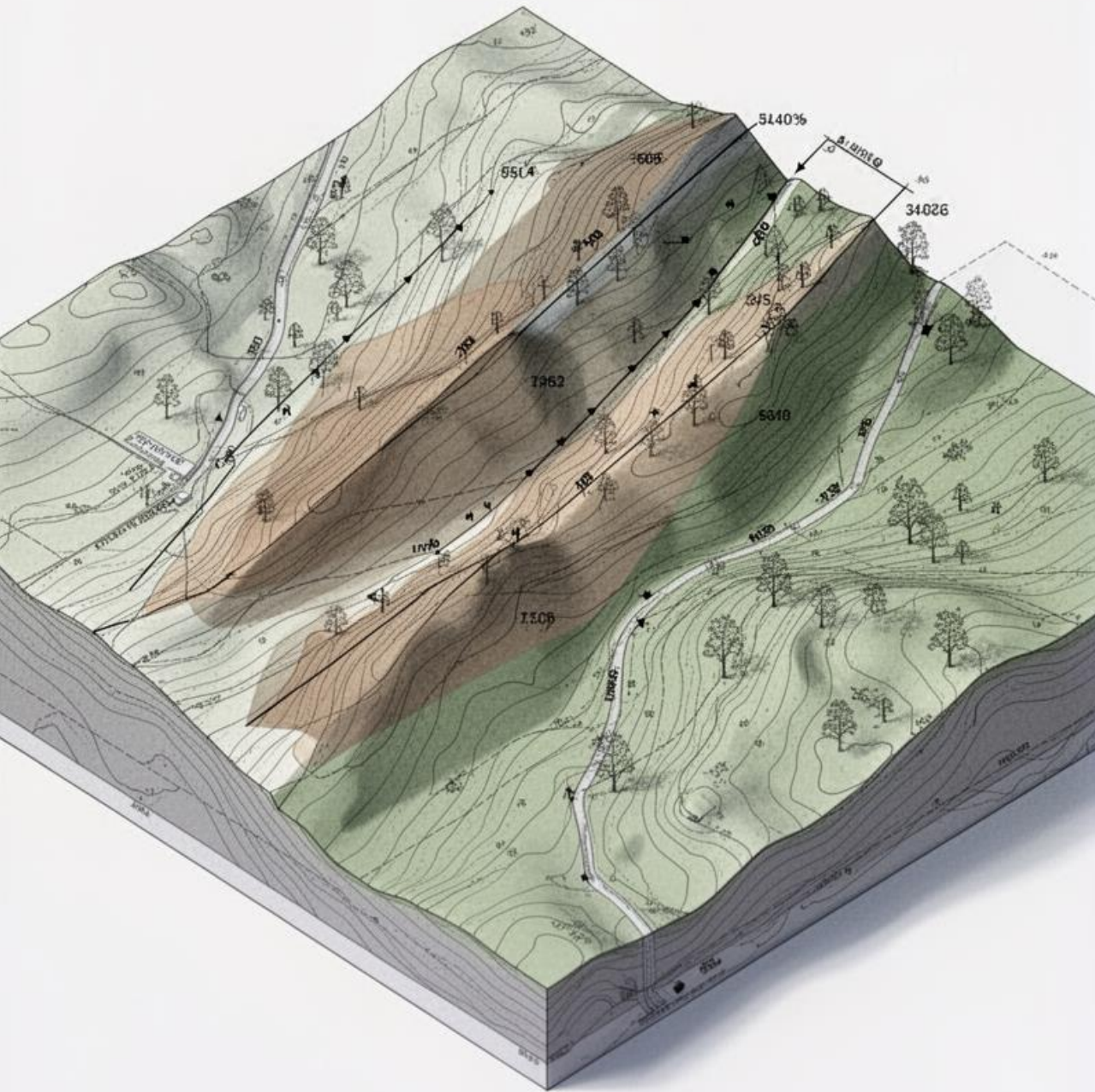


La clasificación depende del uso considerado: un terreno puede ser apto para una vivienda liviana y requerir restricciones para un terraplén alto, una excavación profunda o una obra lineal.

Mapa de Uso del suelo



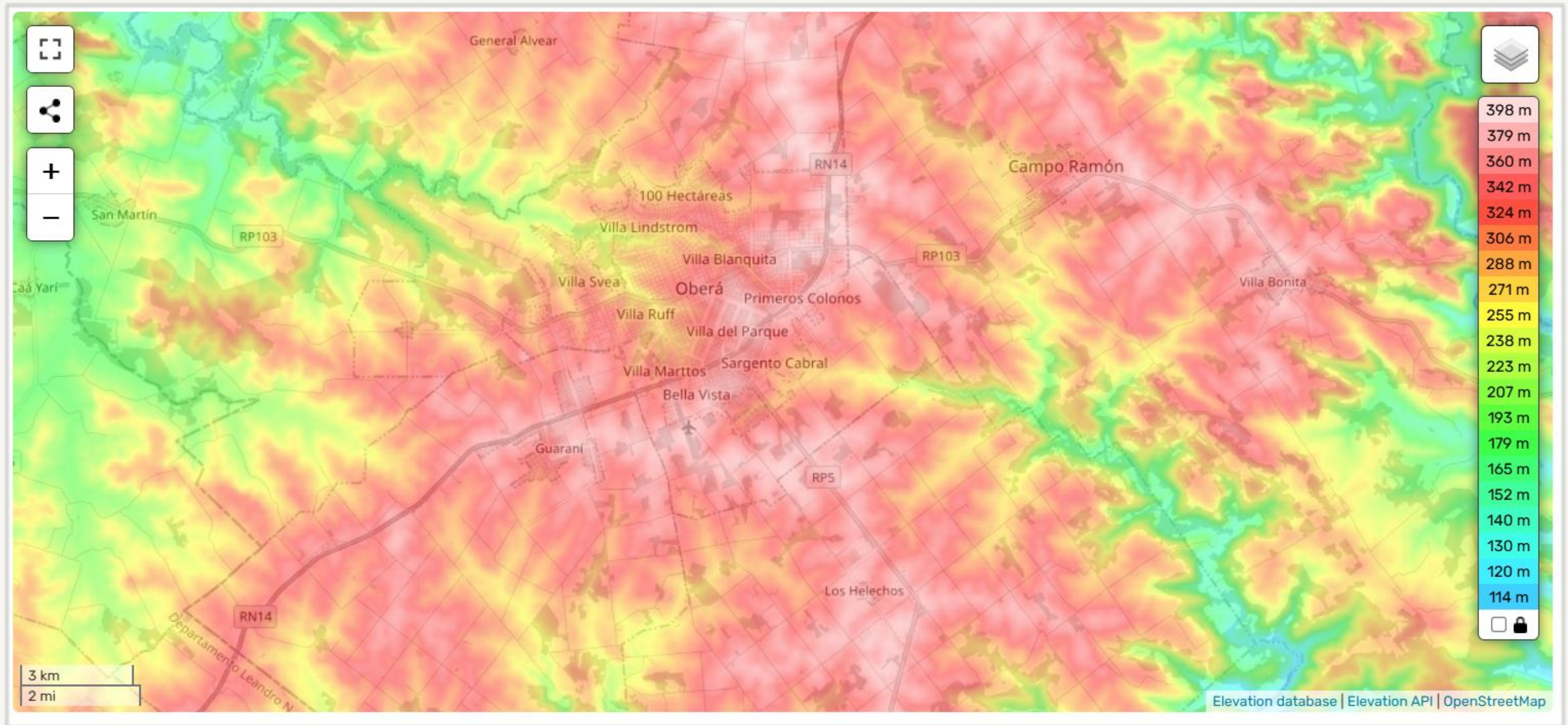
Topografía y Pendientes



La forma del terreno también es información geotécnica

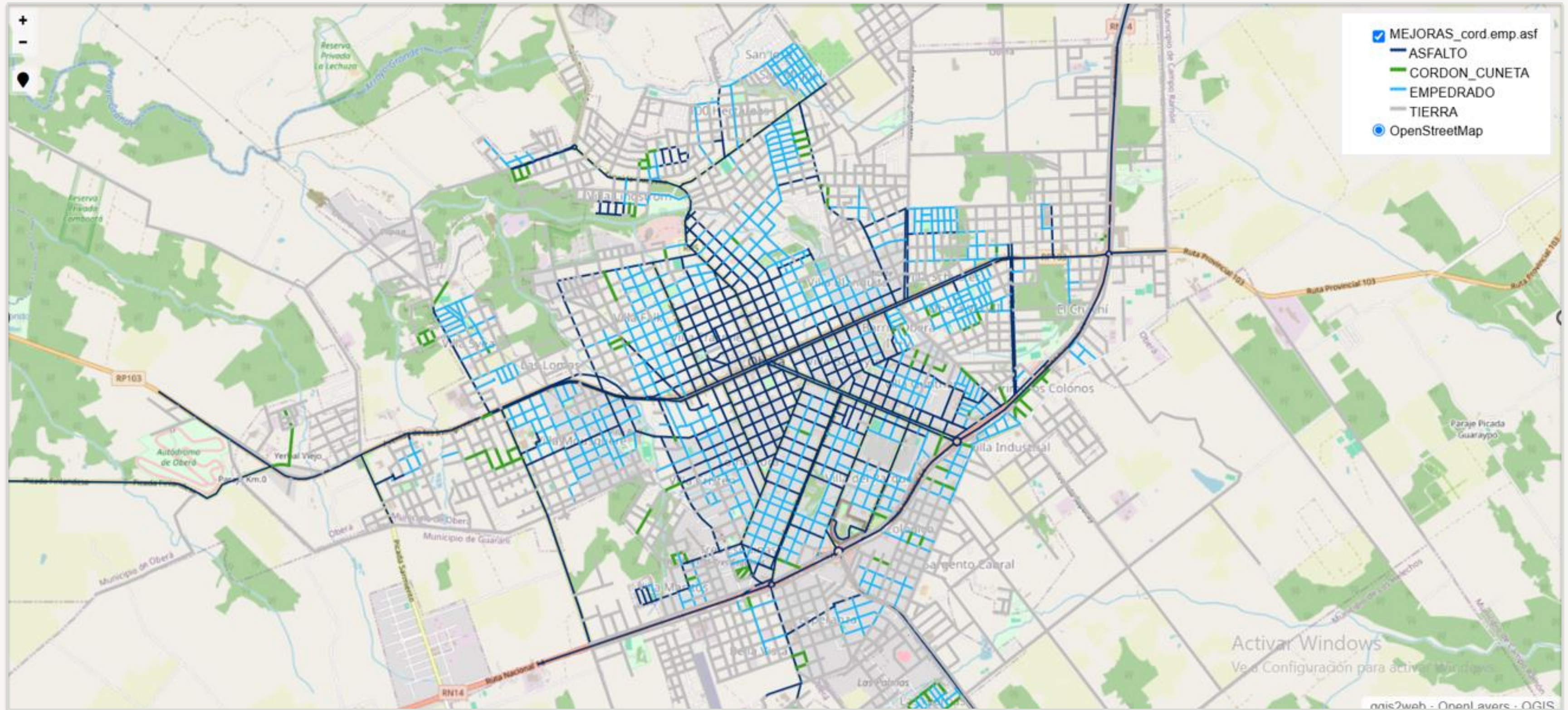
Pendiente, relieve y curvatura controlan escorrentía, erosión, accesibilidad, volumen de cortes y rellenos y, en muchos casos, estabilidad de taludes.

Topografia



<https://es-ar.topographic-map.com/map-zl7j3q/Ober%C3%A1/?center=-27.50249%2C-55.09815&zoom=12>

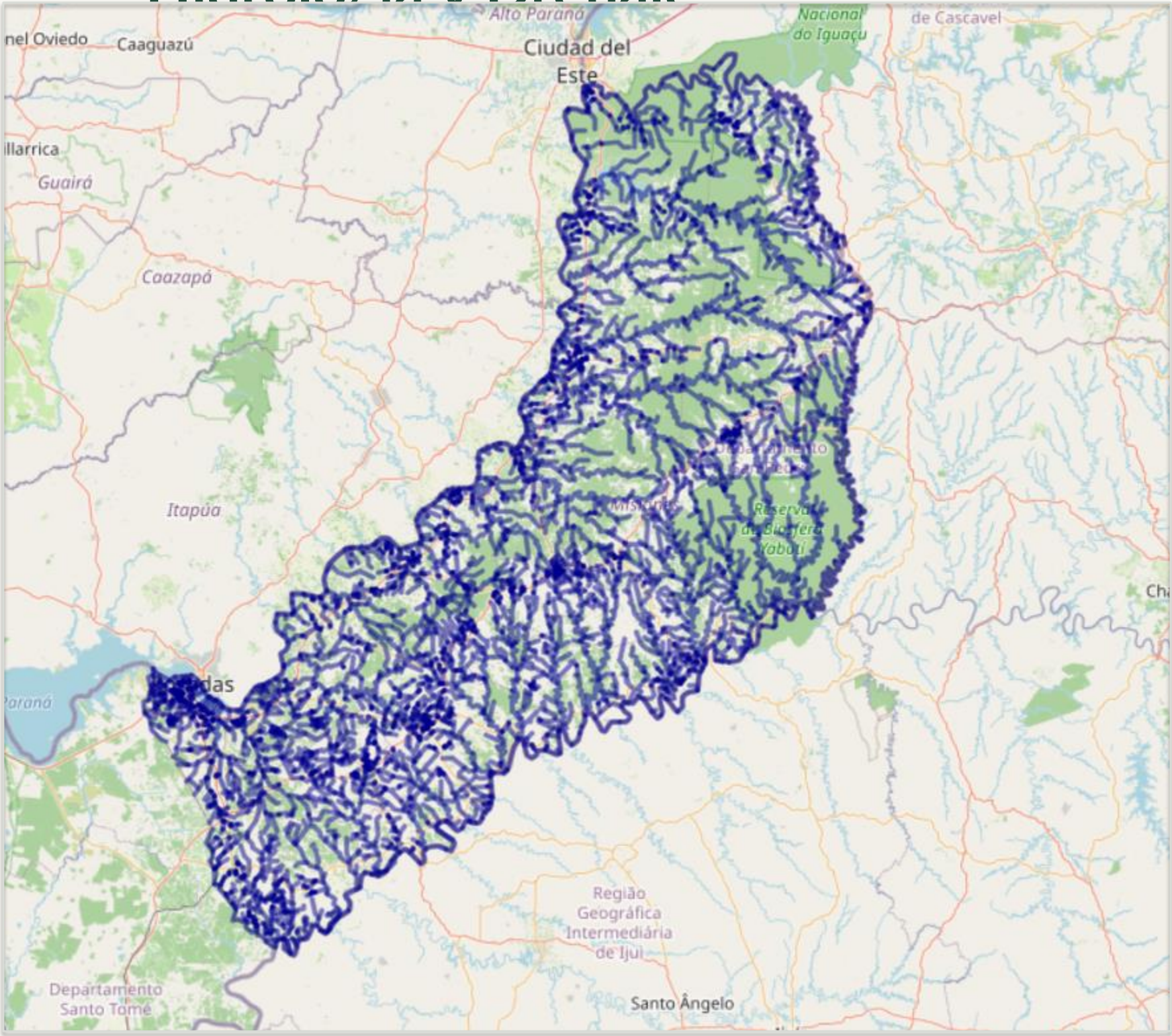
Otros tipo de mapas



Natural Drainage Capacity



Hidrología y Drenaje



La red de drenaje permite anticipar zonas saturables, erosión, socavación, cruces hidráulicos y sectores donde el agua puede condicionar excavaciones y fundaciones.

https://umap.openstreetmap.fr/es/map/hidrografia-de-la-provincia-de-misiones_415265#8/-26.963630/-54.470215

De la geología al proyecto

La cartografía es el inicio del modelo, no el final del estudio

