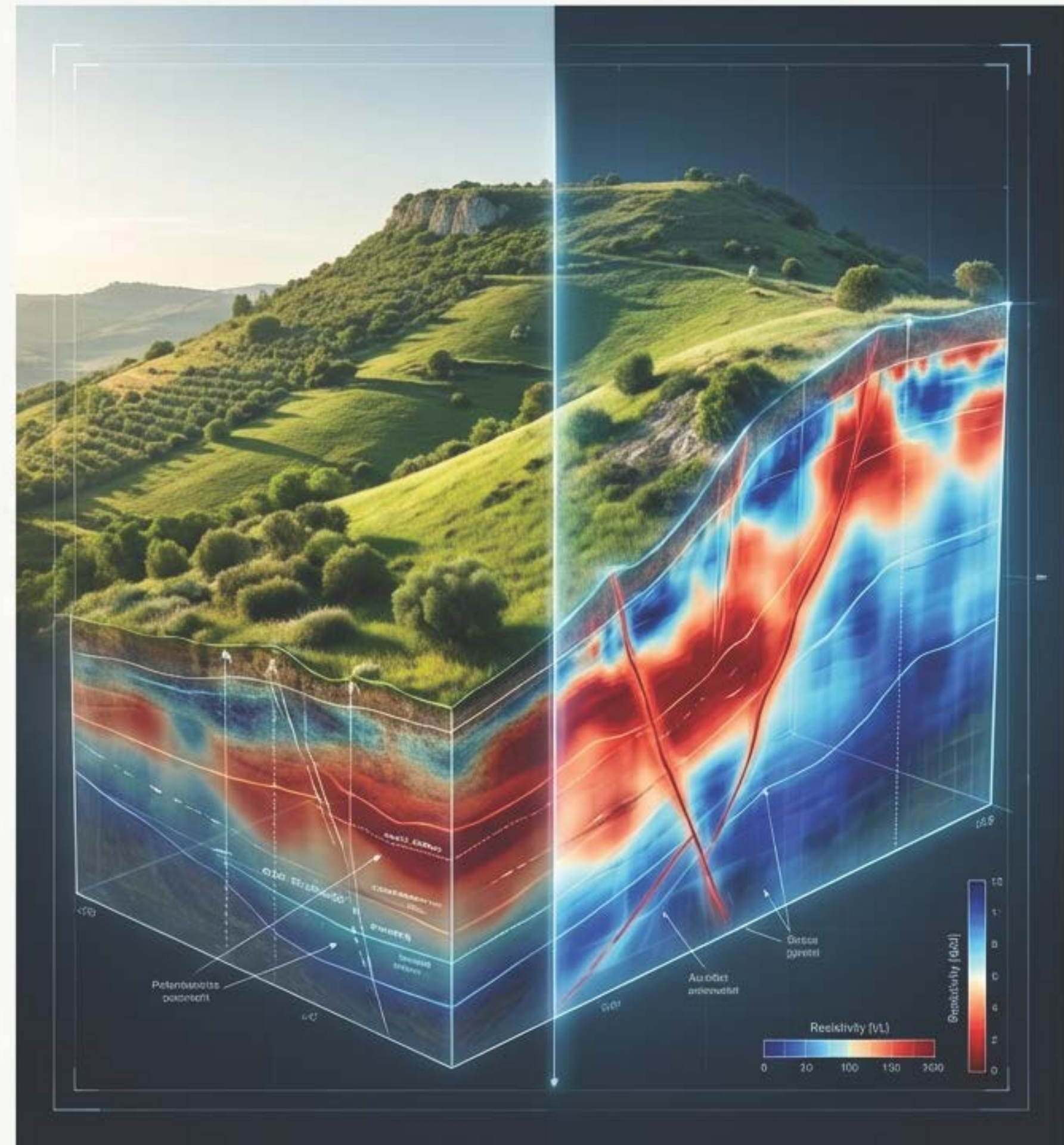


Decifrare l'Invisibile: Analisi Integrata e Gestione del Rischio Idrogeologico

Dal modello Vajont all'emergenza Niscemi:
Diagnostica geofisica avanzata per la
stabilità dei versanti.

Dott. Sarino Alfonso Grande (Analista GIS)
Dott. Lorenzo Cornicello (Geofisico)

La stabilità di un versante non si giudica dalla superficie. L'integrazione tra Geofisica (ERT, Sismica) e Analisi Spaziale (GIS, InSAR) ci permette di guardare dentro la collina, trasformando l'incertezza geologica in dati ingegneristici azionabili.



Niscemi e la Nuova Normalità Climatica: Anatomia di un'Emergenza



Evento: Gennaio 2026, Ciclone "Harry"



Volume Mobilitato: ~350 milioni di m³

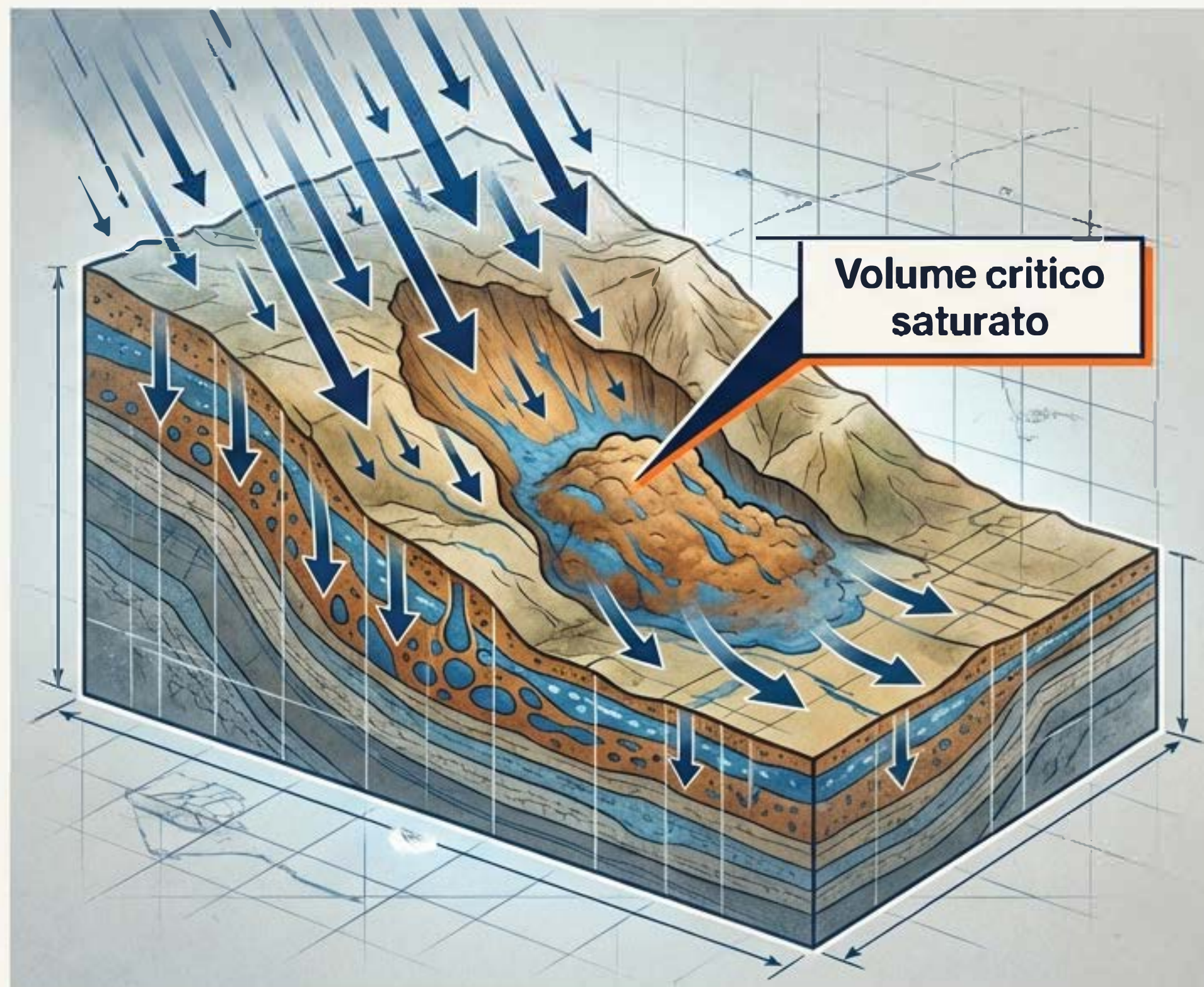


Estensione Fronte: 4 km

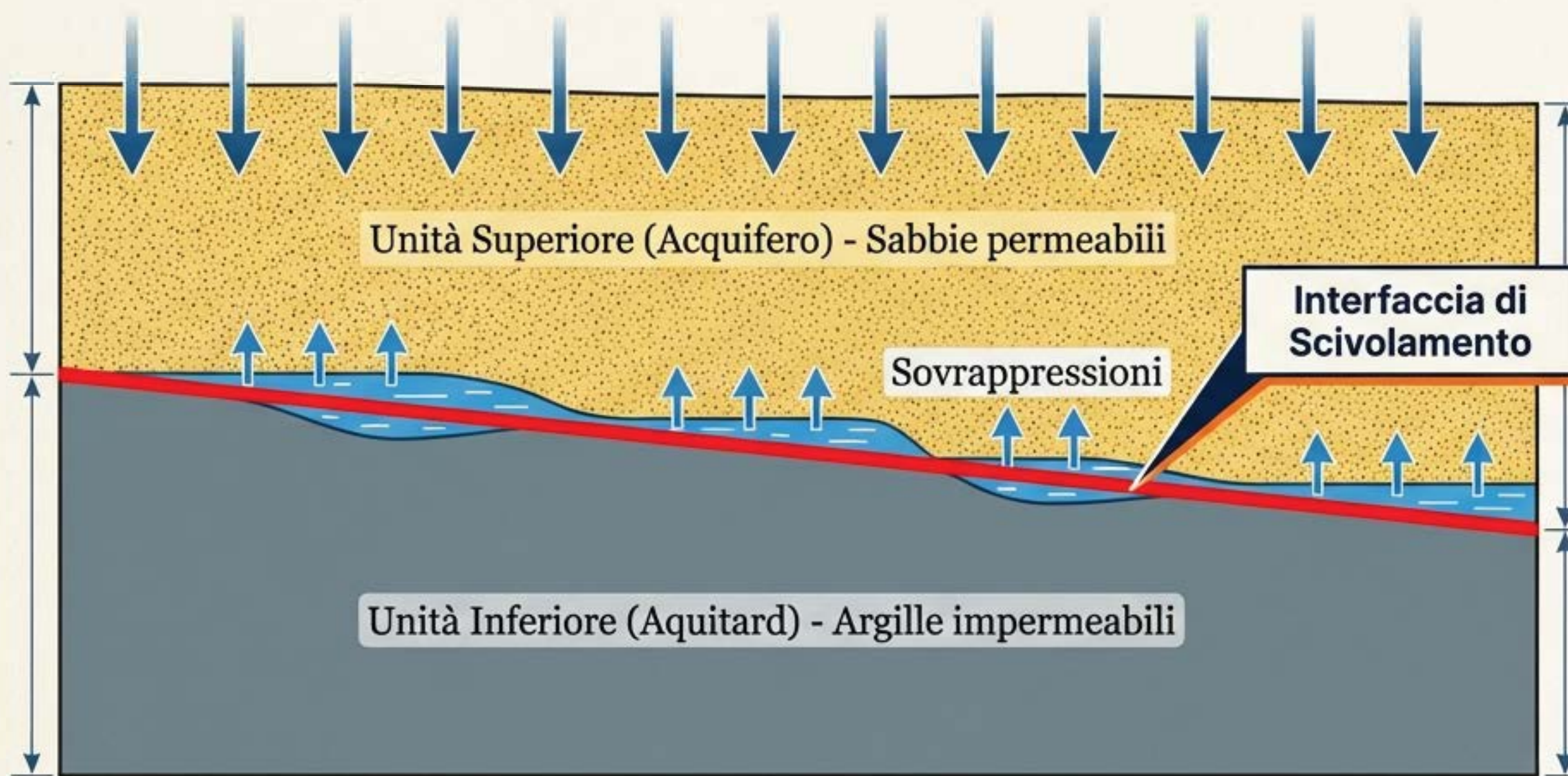
L'evento del 2026 non è stato un caso isolato, ma la convergenza di una vulnerabilità strutturale storica e di un evento meteorologico estremo.

Le **piogge intense (fino a 600mm in 72 ore in aree limitrofe)** hanno saturato rapidamente i terreni superficiali.

Non è solo pioggia: è una crisi di saturazione critica in un contesto geologico predisposto.



La Trappola Idraulica: Il Modello 'Sabbie su Argille'



Il Meccanismo:

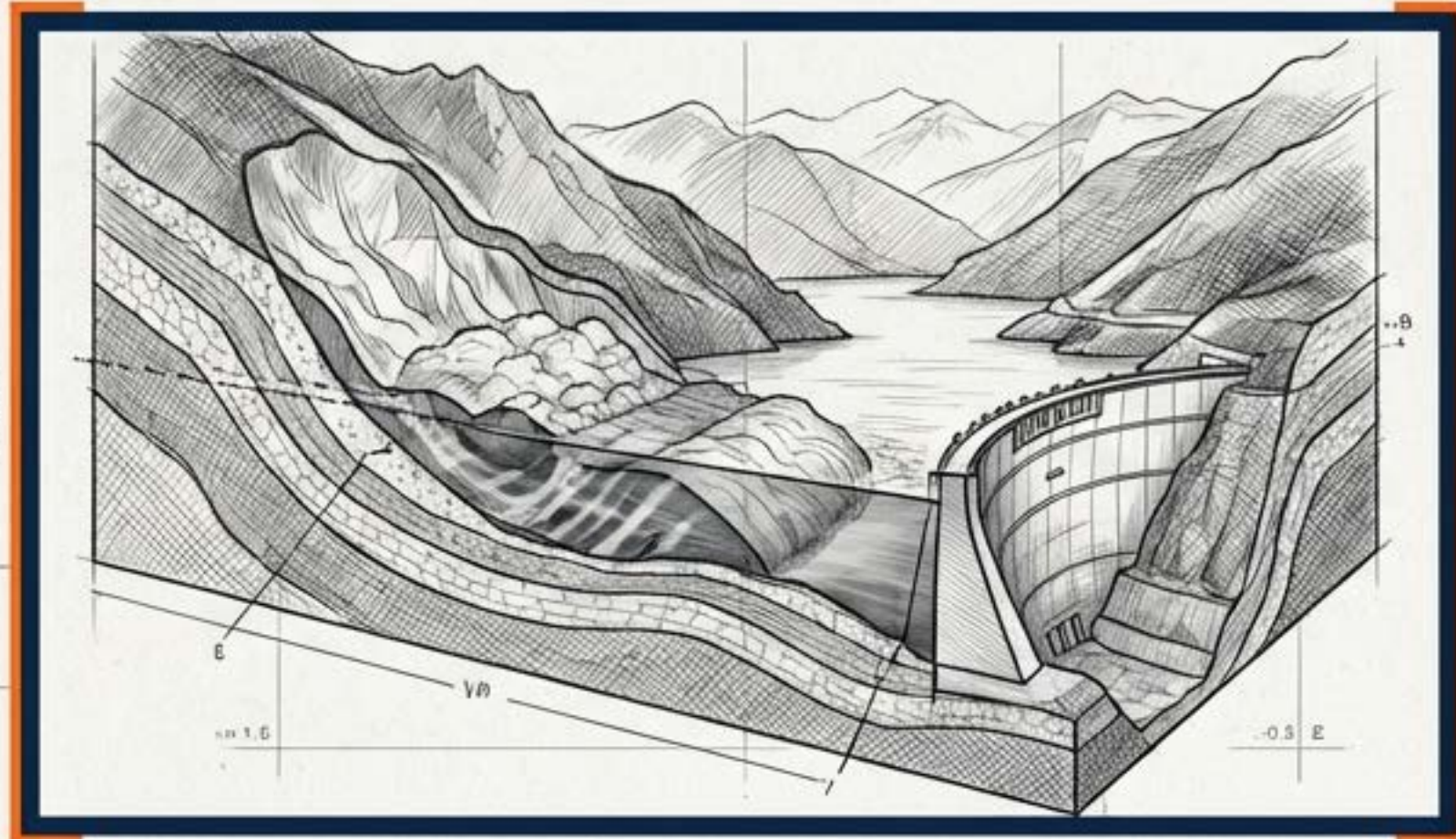
Le sabbie assorbono l'acqua meteorica. Incontrando il substrato impermeabile argilloso, l'acqua non drena in profondità ma si accumula orizzontalmente.

La Conseguenza: Si crea una falda sospesa che lubrifica il contatto e genera sovrappressioni che "sollevano" il terreno.

L'acqua entra veloce, si ferma sull'argilla e trasforma l'interfaccia litologica in uno scivolo naturale.

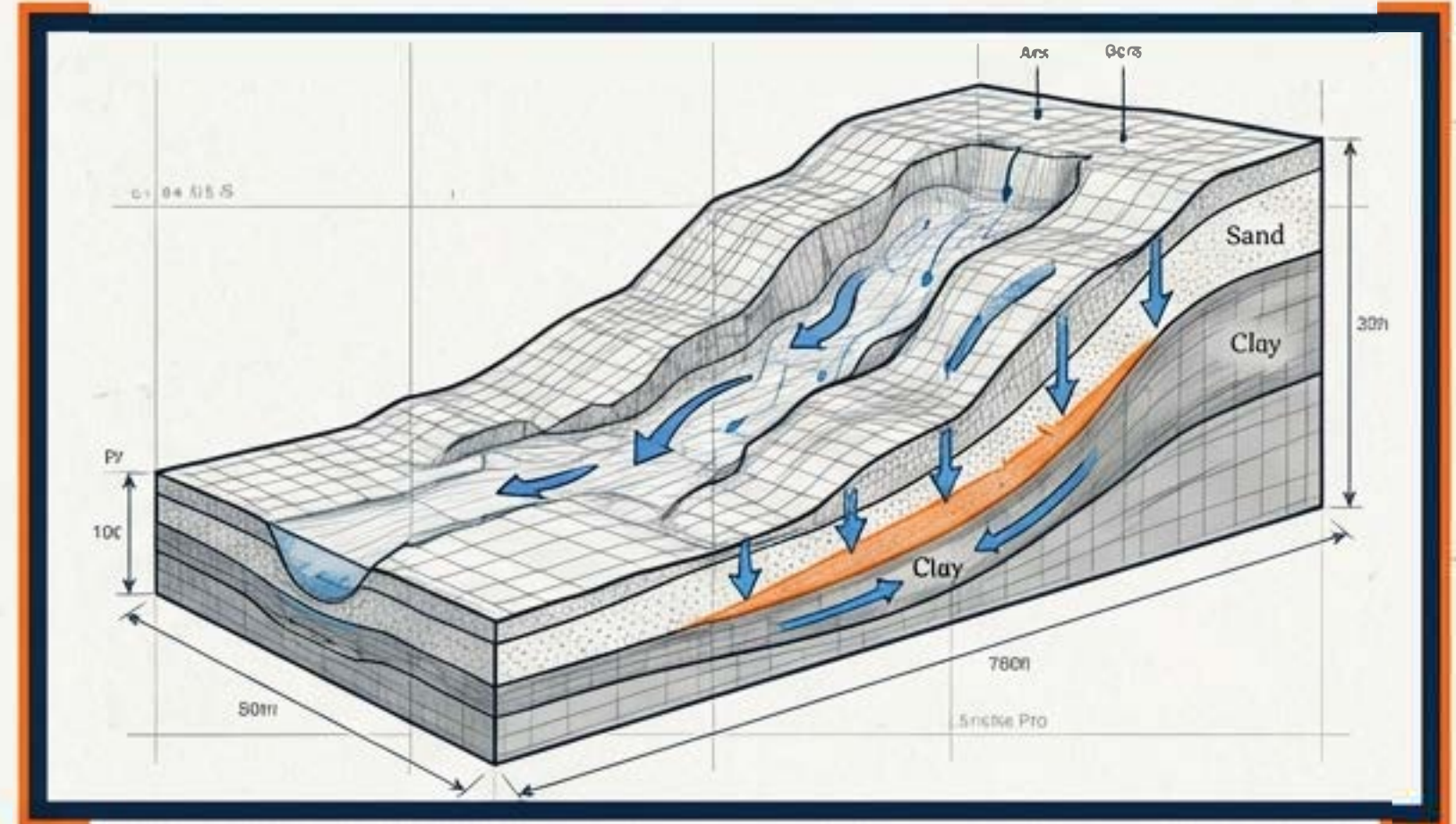
La Lezione del Vajont: Cosa Succede Quando Ignoriamo l'Acqua Profonda

Vajont (1963)



- **Materiale:** Roccia
- **Trigger:** Invaso artificiale
- **Fattore Critico:** Argille smectitiche (**attrito** 5° - 15°)
- **Segnale Ignorato:** Crollo velocità sismica (V_p) da 6.0 a 3.0 km/s.

Niscemi (2026)



- **Materiale:** Terra
- **Trigger:** Ciclone Harry
- **Fattore Critico:** Contatto sabbia/argilla lubrificato
- **Segnale Attuale:** Saturazione rilevabile via ERT.

La “sorpresa” geologica è spesso solo una mancanza di indagine adeguata.
Oggi a Niscemi abbiamo la tecnologia per non ripetere l'errore.

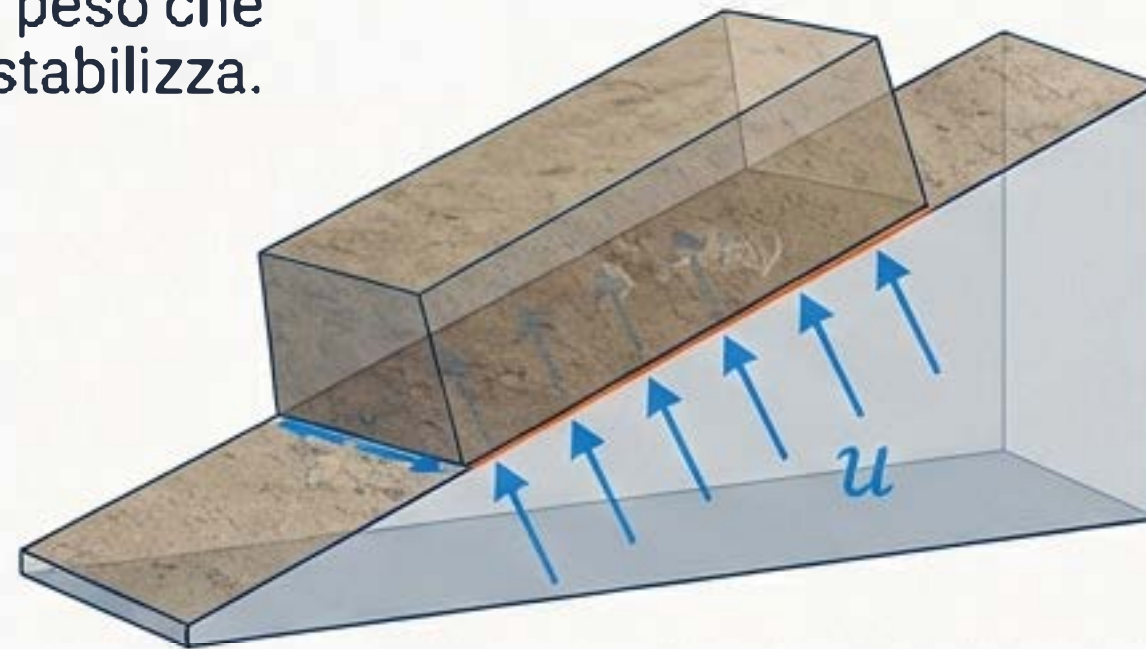
La Fisica dell'Instabilità: Il Principio degli Sforzi Efficaci

$$\tau = c' + (\sigma_n - u) \tan \phi'$$

τ (Resistenza):
La forza che tiene
ferma la collina.

σ_n (Peso):
Il peso che
stabilizza.

u (Pressione dell'Acqua):
Il Nemico.



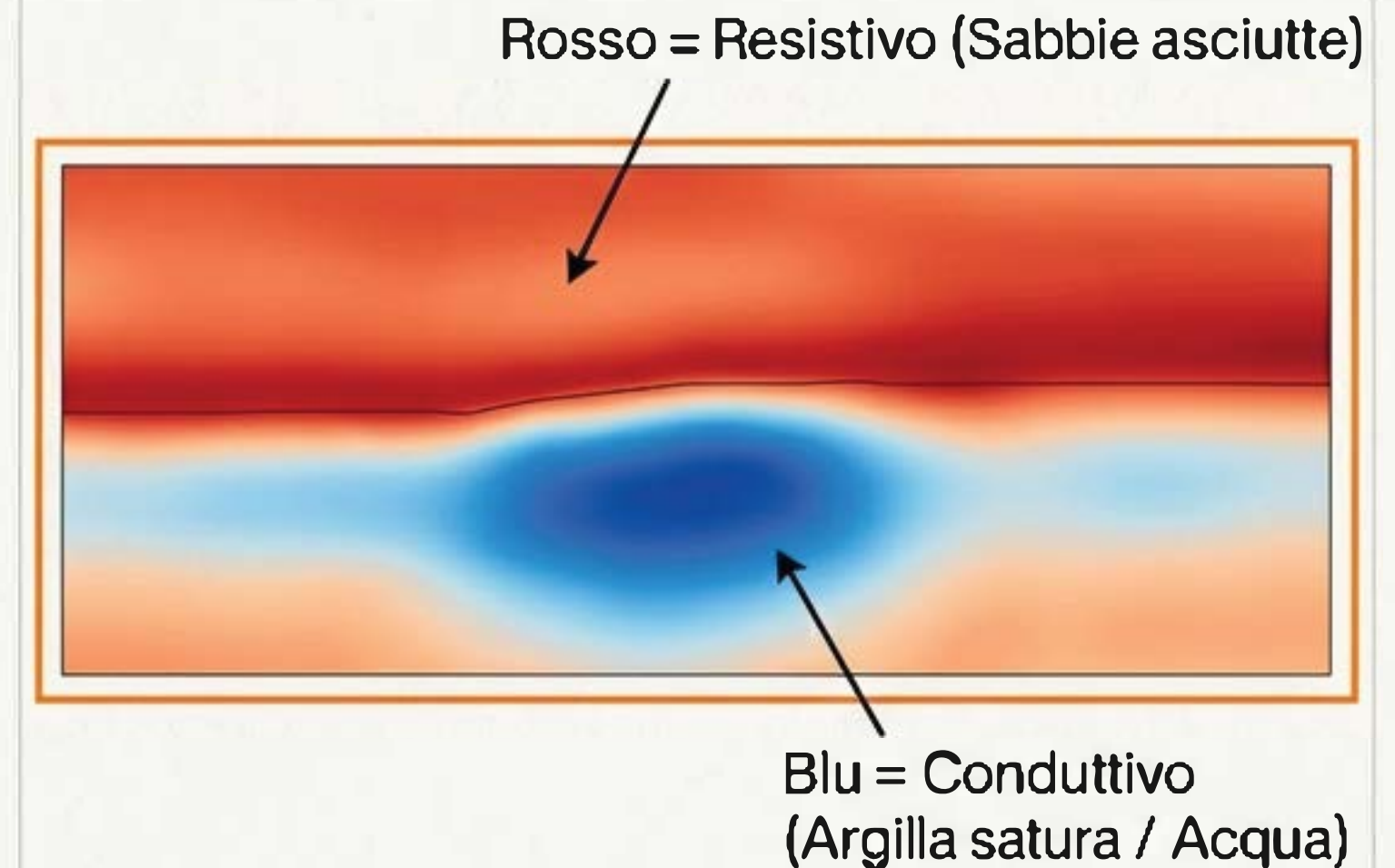
È una battaglia matematica nel sottosuolo. Quando la pressione dell'acqua (u) sale a causa della saturazione, **la forza che tiene insieme il terreno diminuisce drasticamente**. Se u è troppo alta, l'attrito si annulla e il versante galleggia.

Obiettivo: Ridurre u tramite drenaggio.

Vedere l'Acqua: Tomografia di Resistività Elettrica (ERT)



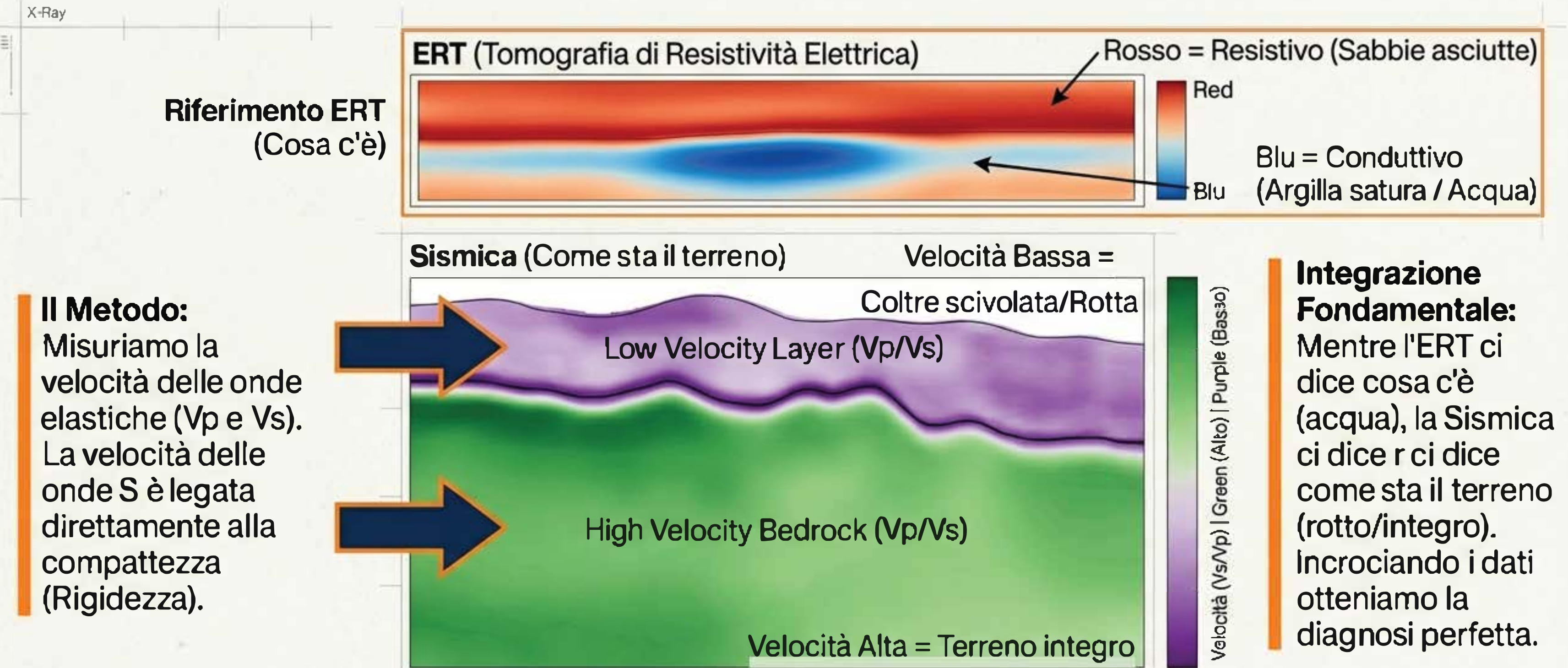
Il Metodo: Immettiamo corrente nel terreno per misurare la resistività.



Applicazione Niscemi: L'ERT è l'unico metodo in grado di mappare le 'lenti' d'acqua nascoste al contatto sabbia-argilla prima che inneschino il crollo.

Misurare la Rottura: Sismica a Rifrazione e MASW

Technical Editorial



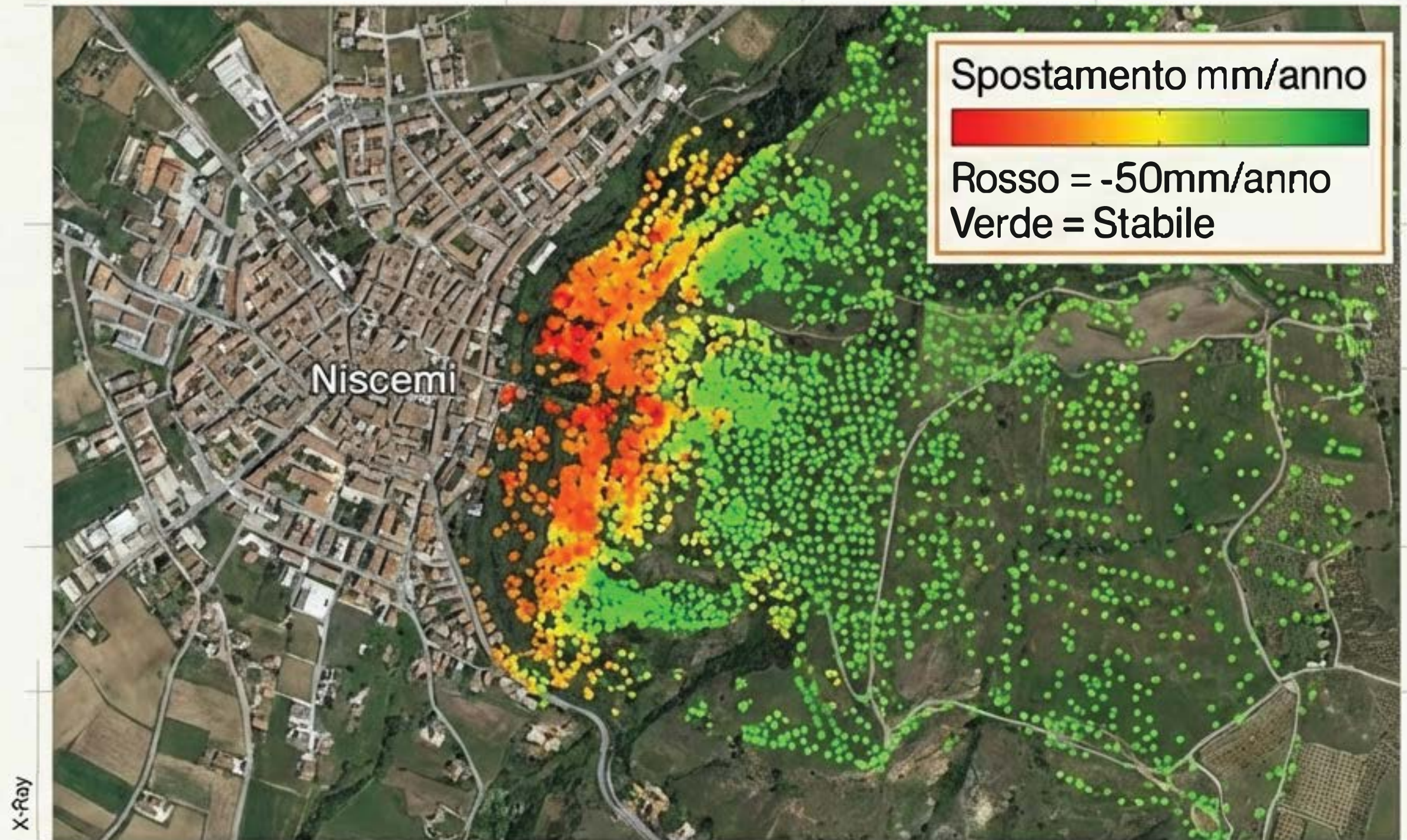
Lo Sguardo dal Cielo: Monitoraggio Satellitare InSAR

Technical Editorial

X-Ray

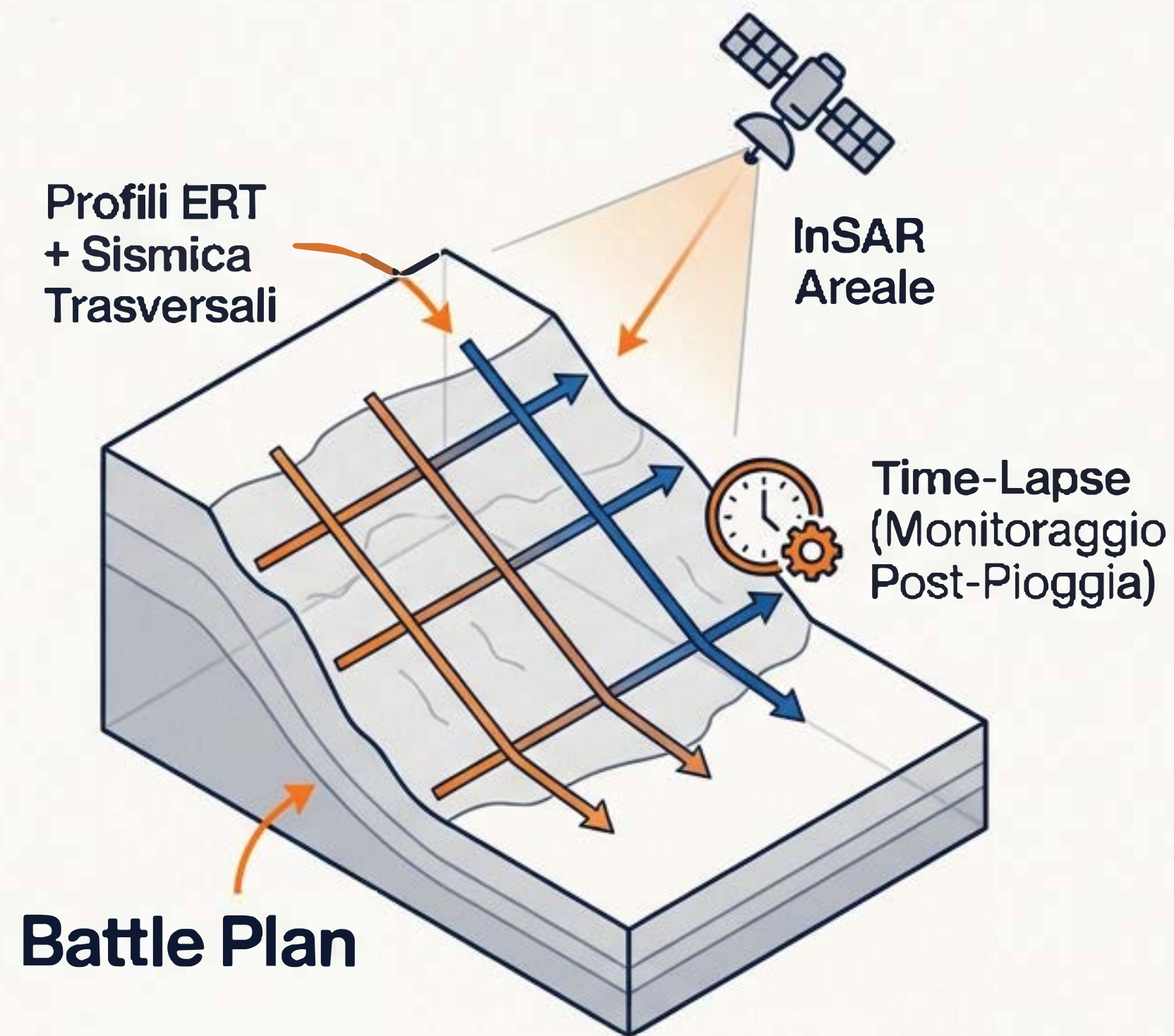
Tecnica: Interferometria Radar Satellitare (InSAR). Misura spostamenti millimetrici della superficie terrestre.

- **Relevance:** Dato il fronte di 4 km, è impossibile monitorare tutto da terra. L'InSAR identifica i quartieri che si muovono silenziosamente (creep) mesi prima del crollo visibile.
- **Ruolo GIS:** Integrazione dati satellitari per la "mappa del rischio dinamico".



Strategia di Intervento: Il Piano Diagnostico per Niscemi

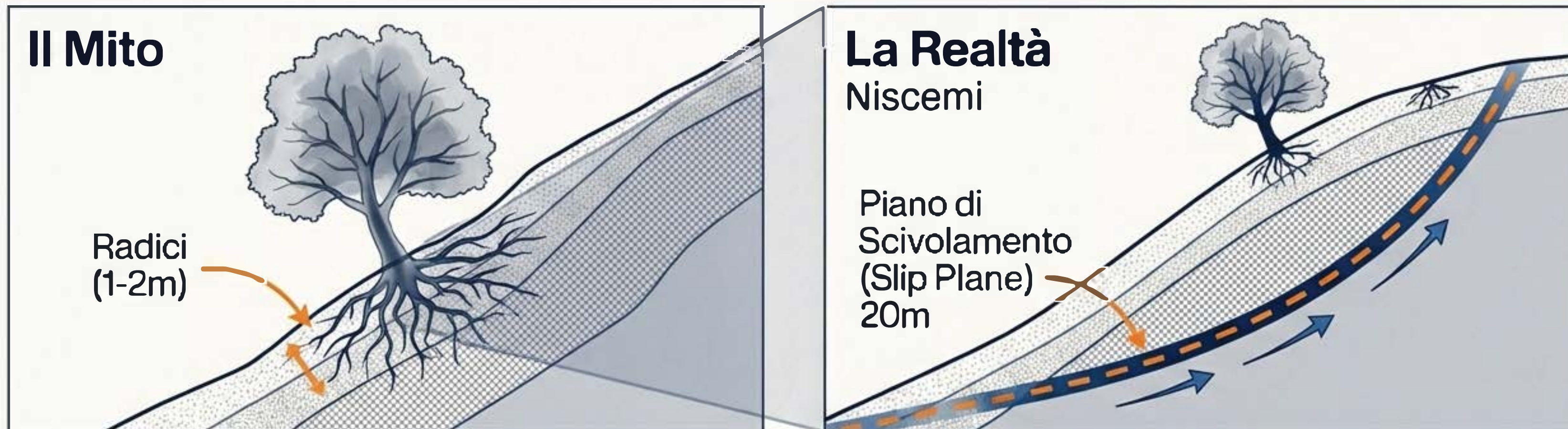
Technical Editorial



- 1. Profili ERT Trasversali:**
Per individuare le sacche d'acqua al contatto.
- 2. Sismica (MASW):**
Per definire la profondità della superficie di scivolamento.
- 3. InSAR Areale:**
Per mappare i confini attivi.
- 4. Modellazione 3D:**
Per guidare opere di drenaggio mirate, non alla cieca.

Mito vs Realtà: La Vegetazione ci Salverà?

Technical Editorial



Mito: “Basta piantare alberi per fermare la frana.”

Realtà Tecnica: Le radici aumentano la coesione superficiale, ma non arrivano alla profondità di scivolamento di Niscemi (decine di metri).

Conclusione: La forestazione aiuta contro l’erosione, ma non arresta una frana profonda governata dalle pressioni interstiziali. Serve ingegneria idraulica.

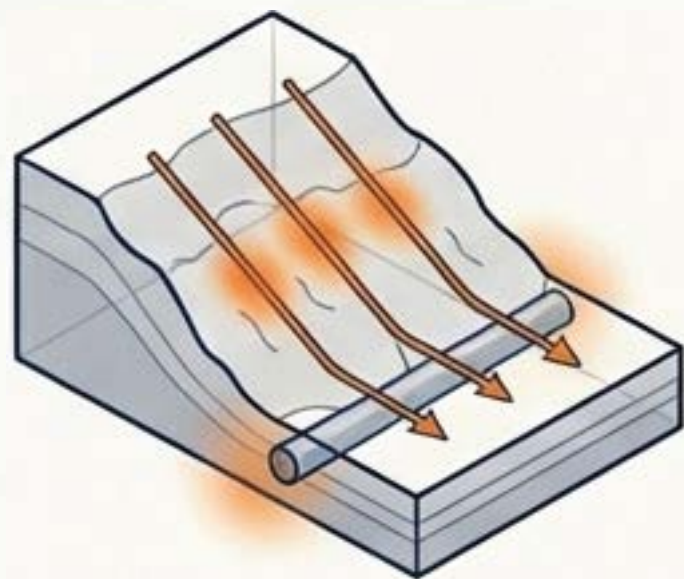
Sintesi Operativa: Il Valore dell'Analisi Integrata

Technical Editorial



Prevenzione Mirata

Invece di consolidare tutto (costoso), identifichiamo e dreniamo solo le zone sature attive. Risparmio economico significativo.



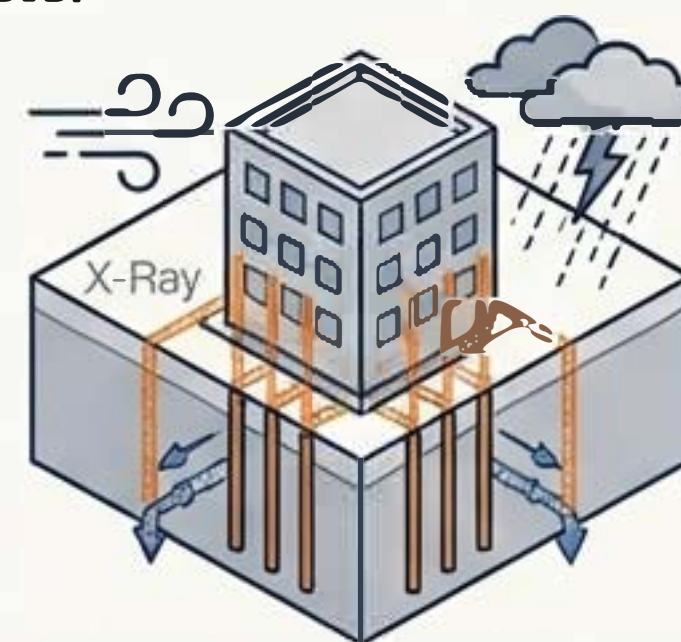
Sicurezza Predittiva

Monitorare la saturazione permette allarmi basati su dati fisici reali, prima della rottura meccanica.



Resilienza

Adattare le infrastrutture agli eventi estremi (Ciclone Harry) basandosi su dati odierni, non su statistiche obsolete.



Vedere l'invisibile trasforma la spesa per l'emergenza in investimento per la sicurezza.