



Caracterización de Modelos y Evaluación de susceptibilidad y amenazas de Movimientos en masa

Quebrada Las Margaritas, Yolombó, Antioquia.

por
Manuel Santiago Lerma Merchan

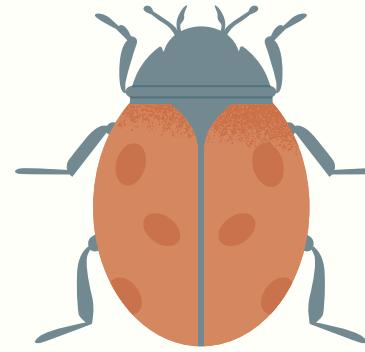
2025



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

índice

- 
- 01 Generalidades
 - 02 Insumos empleados
 - 03 inventario de procesos Morfodinamicos
 - 04 Análisis de clases
 - 05 Método heurístico
 - 06 Análisis de clases (Woe)
 - 07 Análisis Multivariado
 - 08 Evaluación de modelos
 - 09 Modelos Físicos
 - 10 Análisis de la Probabilidad Temporal (Poisson)
 - 11 Movimientos en masa tipo Flujo (Flow- R)



11

Movimientos en masa tipo Flujo (Flow-R)

Terranum



Flow-R



Flow-R permite una evaluación rápida del área de propagación basándose en varios modelos empíricos de run-out publicados a escala local y regional.

- Flujos de detritos
- Desprendimientos de rocas
- Avalanchas de rocas
- Deslizamientos de tierra superficiales
- Avalanchas de nieve

Opciones

- Flujos de detritos: 11–20°
- Deslizamientos: 15–25°
- Avalanche de rocas 20-40 m/s

Friction model

Friction algorithm	Travel angle
	angle = 12
<input checked="" type="checkbox"/> Velocity limitation	velocity < 30 m/s

Lateral spreading

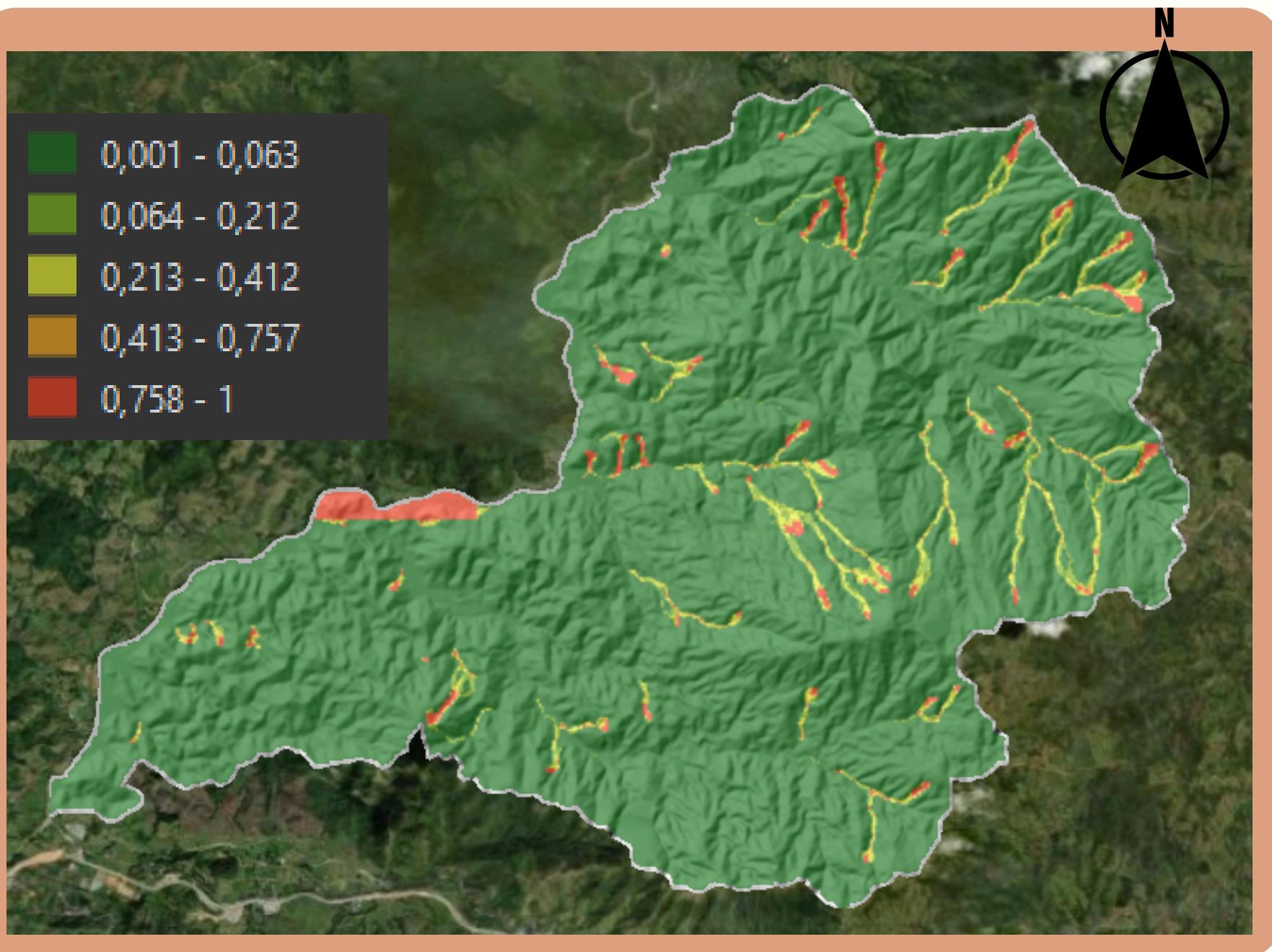
Direction algorithm	Holmgren modified
	dh = 0.5
	x = 2
Persistence algorithm	Weights
	weights = default

Input and output

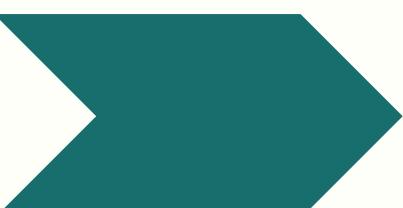
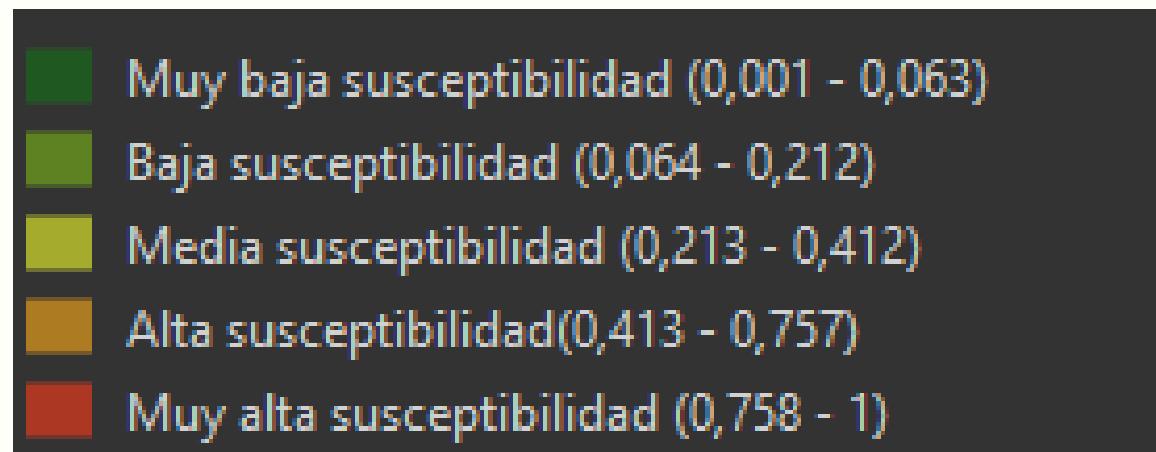
Main results directory	C:\Users\Santi-PC\Desktop\Las margaritas\Resultados
<input checked="" type="checkbox"/> Susceptibility maximum	<input type="checkbox"/> Total extent
<input type="checkbox"/> Susceptibility sum	<input type="checkbox"/> Number of propagations
<input type="checkbox"/> Propagation polygons (large output files)	<input type="checkbox"/> Energy
Run name	Shoot_3
Name of the run	Add to queue

Controla alcance máximo del flujo

Primer Modelo Flow-R

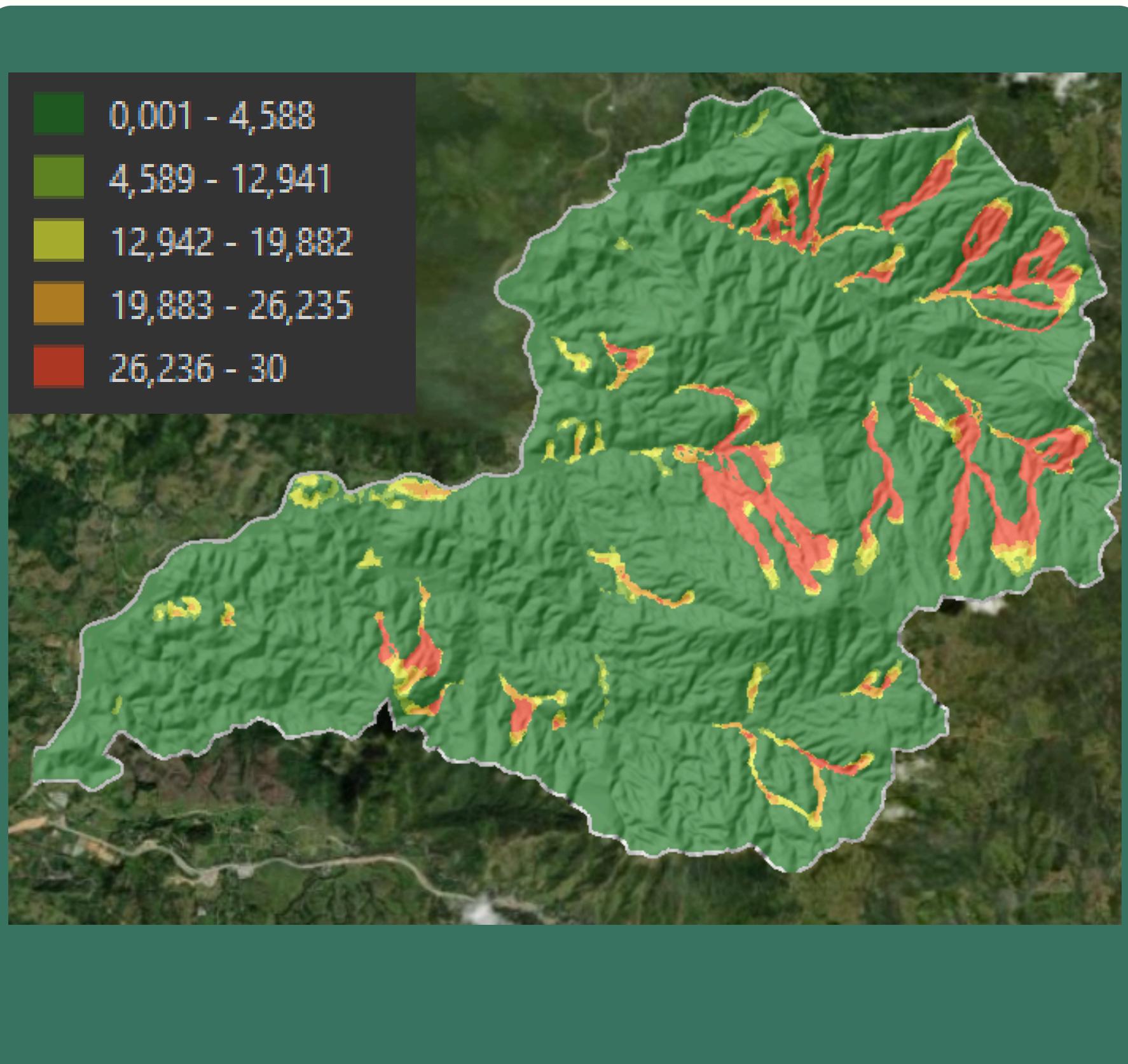


- DEM: Recorte topográfico en formato .tif
- Zonas fuente: Raster binario con inventario de flujos previos
- Algoritmo de dirección: Holmgren modified
dh: 0.5 | x: 2
- Ángulo de fricción: 12°
- Velocidad máxima: 30 m/s
- Salidas: Susceptibilidad máxima y velocidad



0 → Celda que no fue alcanzada
1 → esta celda fue alcanzada por el flujo en todas las simulaciones posibles

Velocidad



0,001 a 4,588 → Flujo muy lento. Corresponde a zonas planas, piedemonte o acumulación inicial

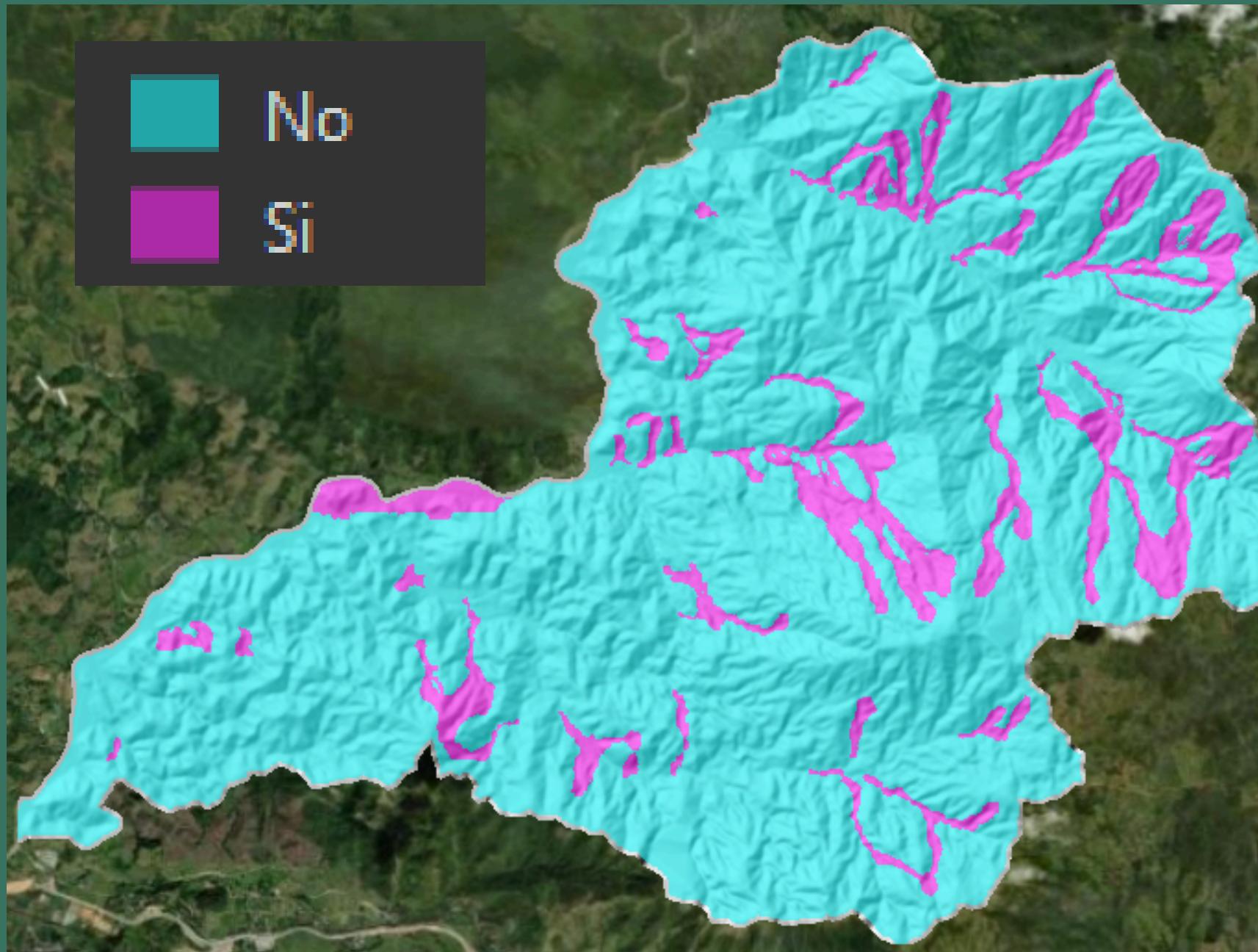
4,589 a 12,941 → Flujo lento a moderado. Indica desplazamiento sin gran aceleración

12,942 a 19,882 → Flujo moderado a rápido. Común en zonas con pendiente media

19,883 a 26,235 → Flujo rápido. Ocurre en laderas empinadas o zonas canalizadas

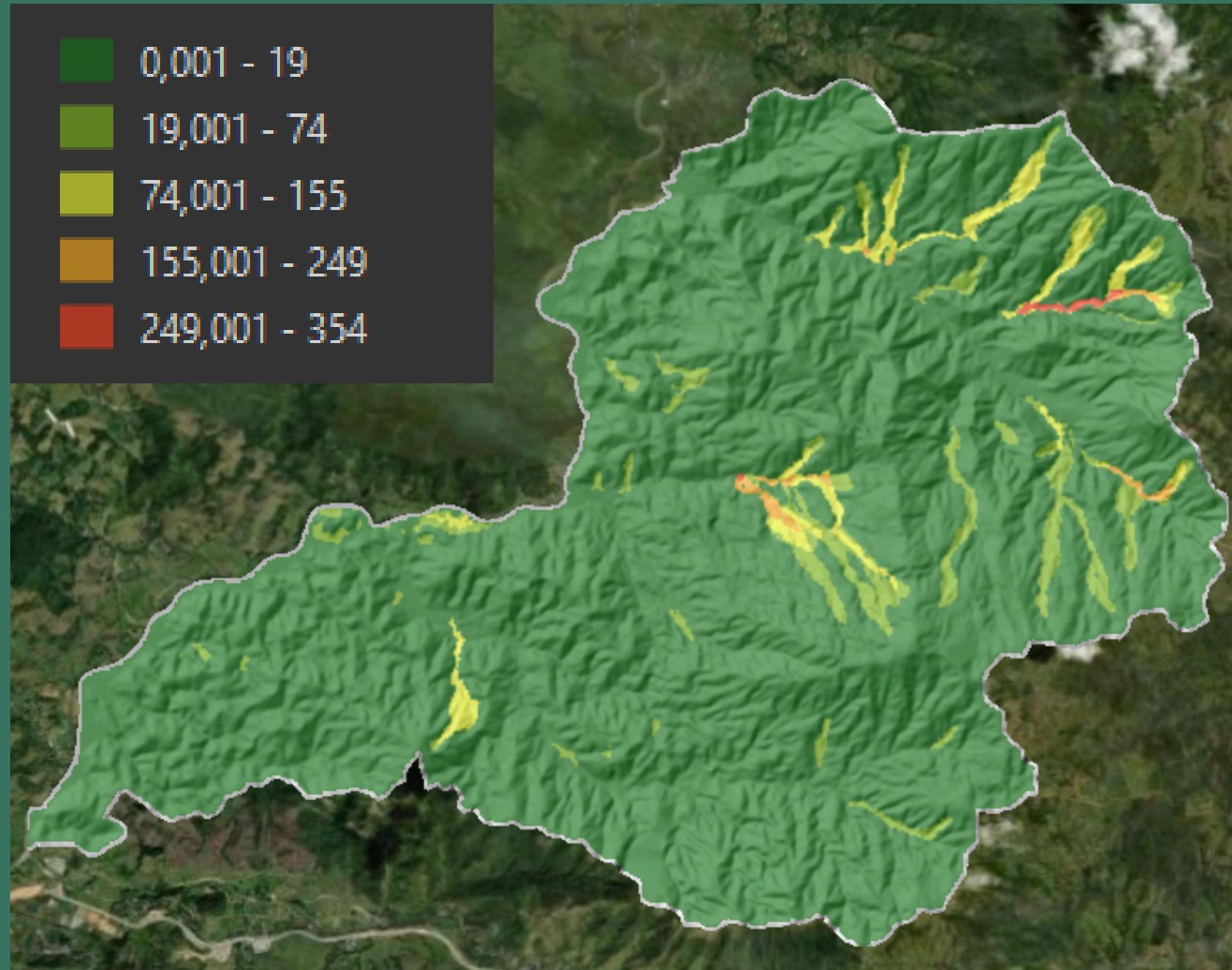
26,236 a 30 → Flujo muy rápido. Sectores críticos con alto poder erosivo o destructivo

Extensión Total



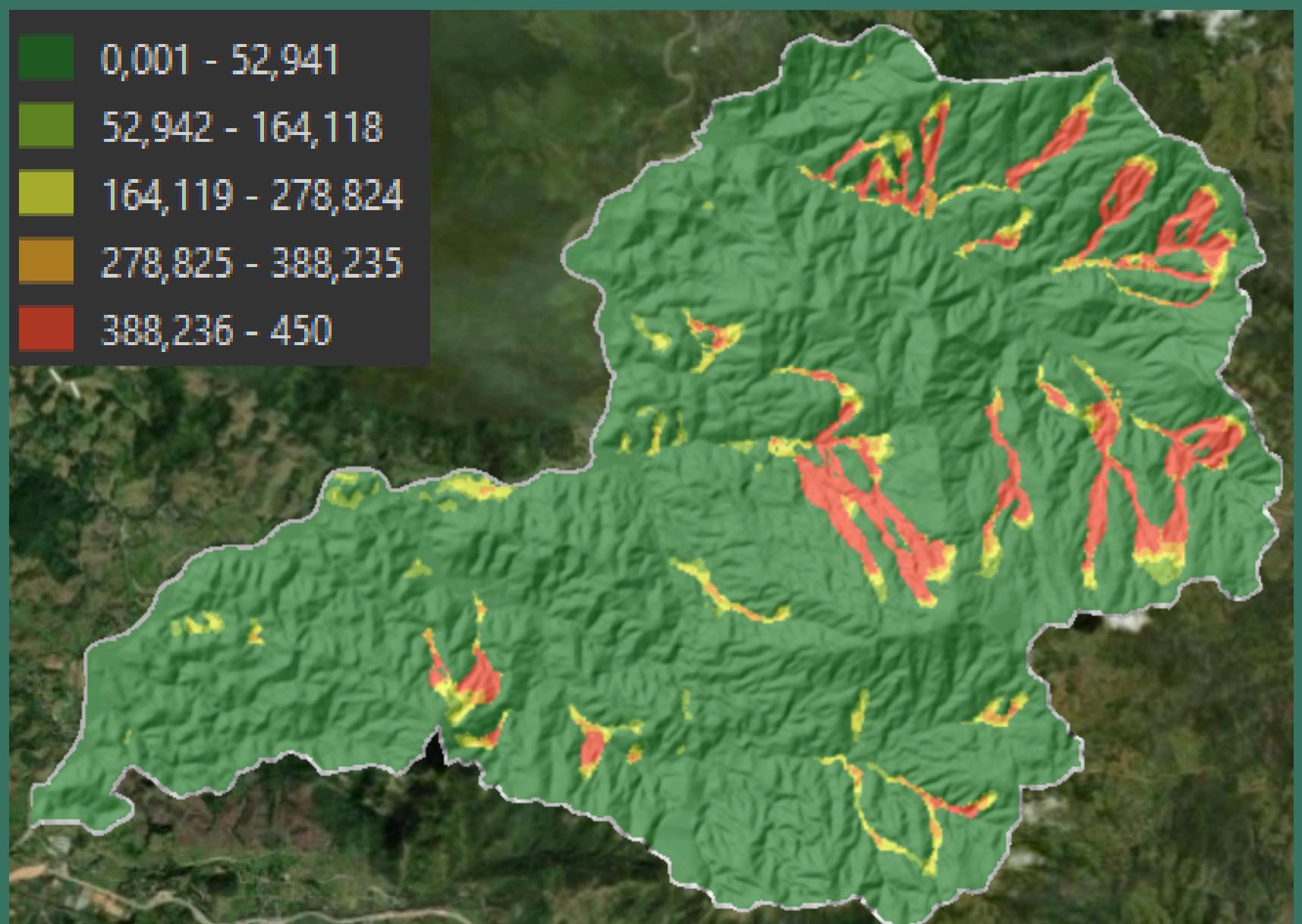
- **Cian / azul claro (No) →** Celdas que no fueron alcanzadas por ningún flujo.
- **Magenta / fucsia (Sí) →** Celdas que sí fueron alcanzadas al menos una vez por algún flujo desde las zonas fuente.

Número de Propagaciones



- Las celdas con valores bajos (verde oscuro) fueron cruzadas por pocos flujos.
- Las celdas con valores altos (rojo/naranja) fueron cruzadas por muchos flujos distintos.
- Esto no mide probabilidad, sino frecuencia de paso de trayectorias.

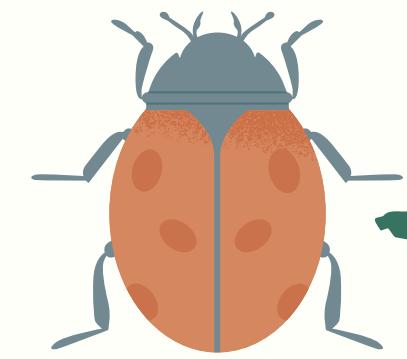
Energía



- **Valores bajos (verde):** zonas donde los flujos fueron lentos y poco frecuentes. Bajo impacto esperado.
- **Valores intermedios (amarillo a naranja):** zonas con flujos moderados a rápidos, con cierto nivel de amenaza.
- **Valores altos (rojo):** zonas con flujos frecuentes y rápidos. Aquí se concentra el mayor poder destructivo.

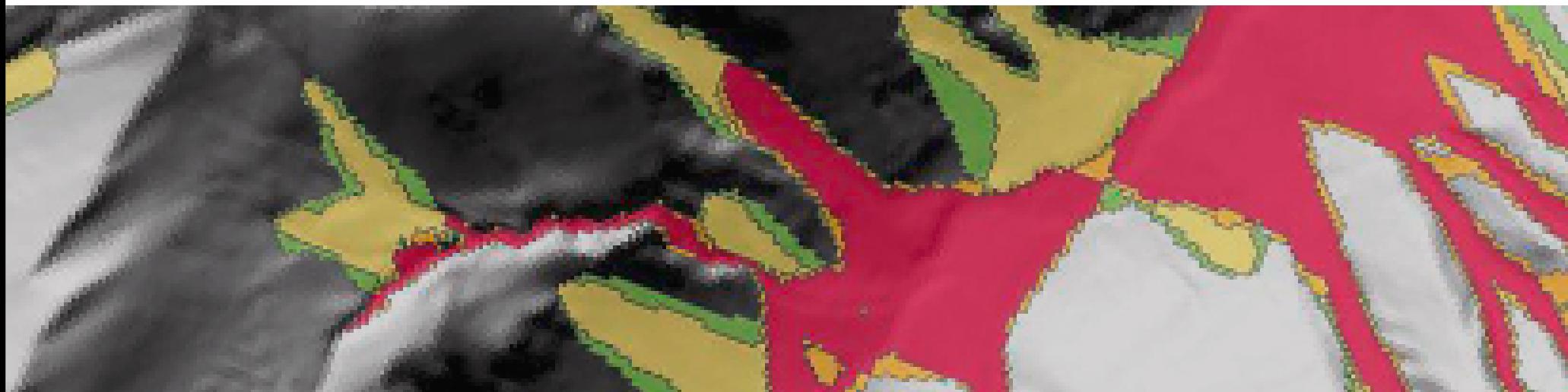
Cada celda representa la energía cinética máxima acumulada por los flujos que la cruzaron, en unidades relativas

cuanta más energía, más destructivo o erosivo puede ser el flujo en esa celda.



MODELOS SUSCEPTIBILIDAD

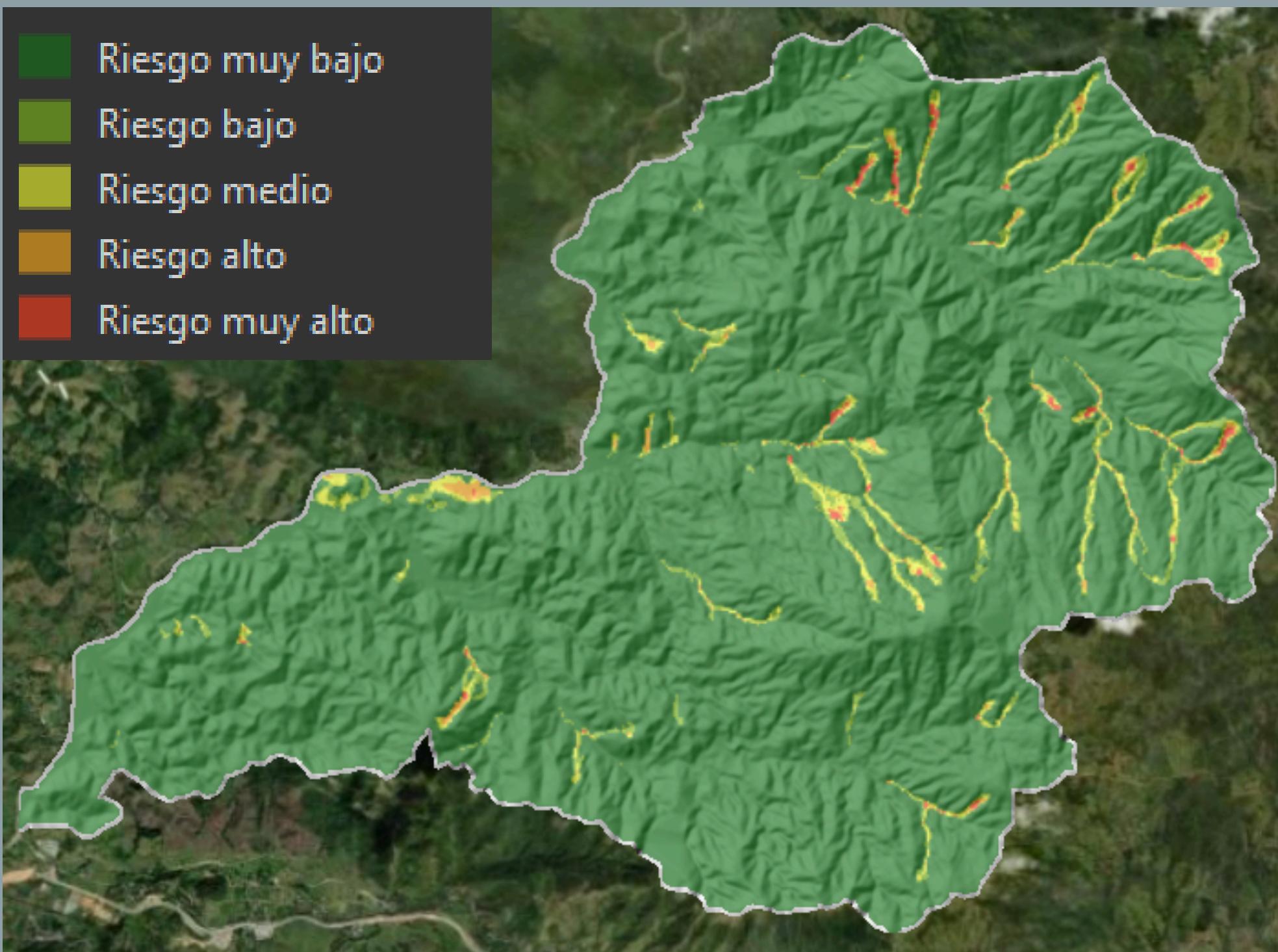
Terranum



Flow-R

MODELO 1

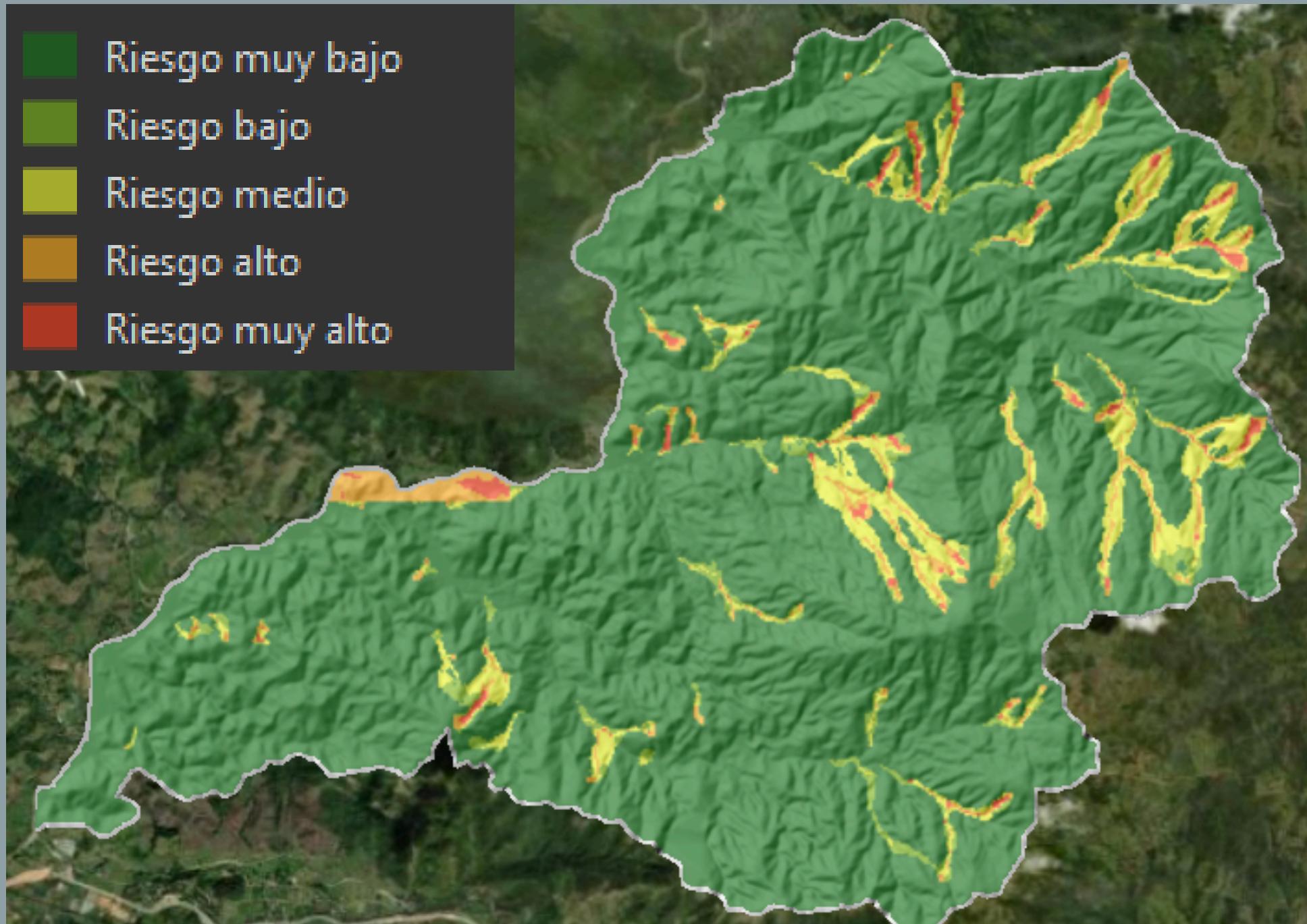
Riesgo simple: Susceptibilidad × Velocidad



- Calcula un índice compuesto en el que zonas probables de flujo que además tienen mayor velocidad dan valores más altos.
- Interpretable como: “Probabilidad de que un flujo rápido te golpee”.

MODELO 2

Riesgo ponderado



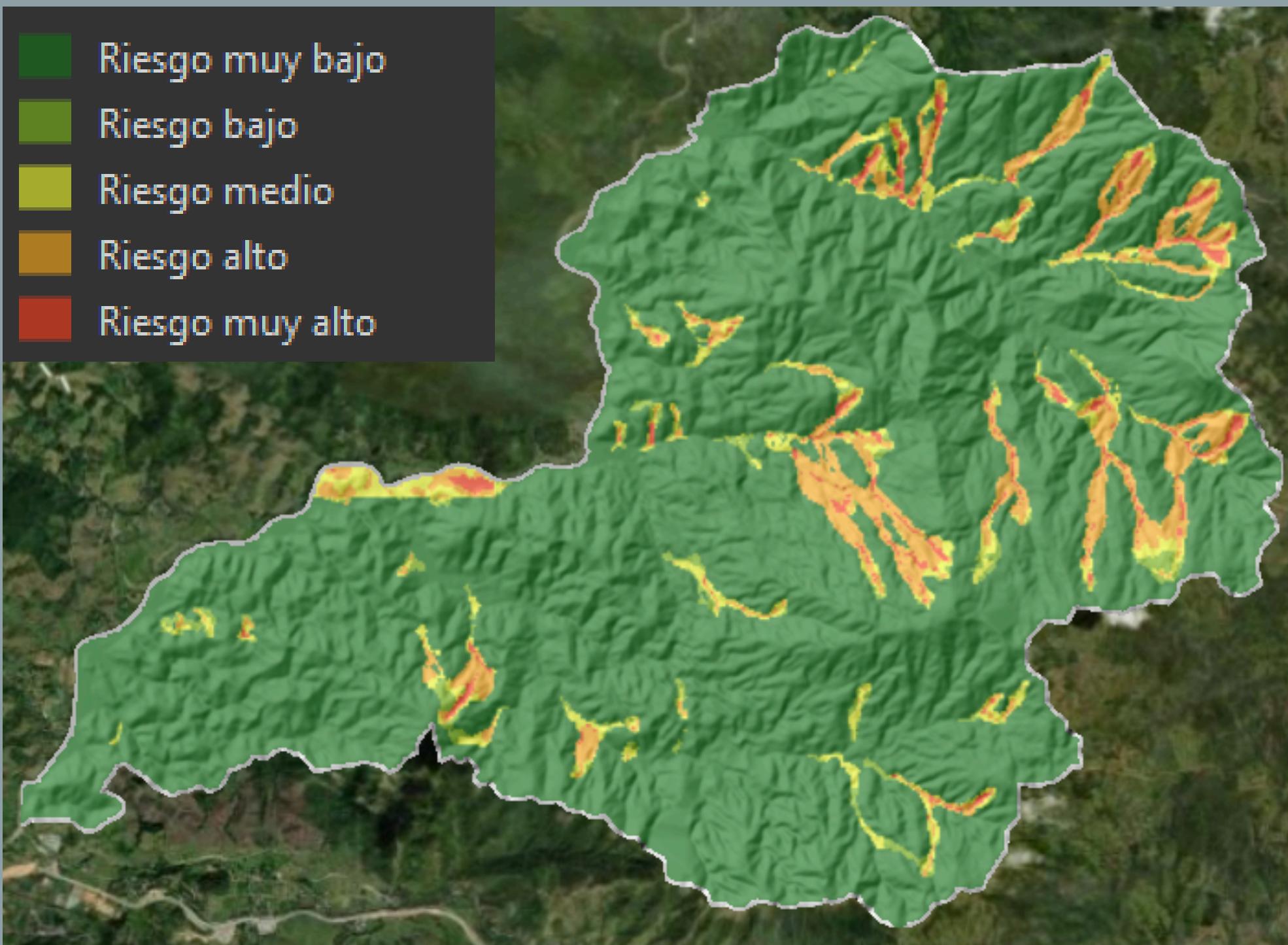
Riesgo =

$$0,6 \times \text{Susceptibilidad} + 0,4 \times \left(\frac{\text{Energía}}{450} \right)$$

- Da más peso a la probabilidad de ocurrencia (60%) pero no ignora la intensidad destructiva (40%).
- Muy útil si estás pensando en evaluación de riesgo para asentamientos o infraestructura.

MODELO 3

Riesgo ponderado



$$\text{Riesgo} = 0,4 \times \text{Susceptibilidad} +$$

$$0,3 \times \left(\frac{\text{Velocidad}}{30} \right) + 0,3 \times \left(\frac{\text{Energía}}{450} \right)$$

- 40% a la susceptibilidad (peligrosidad)
- 30% a la velocidad (intensidad dinámica)
- 30% a la energía (impacto acumulado)

Referencias

Aristizábal, E. (s.f.). Cartografía geotécnica. Recuperado 2025.

GeoHazard International. (s.f.). Inventario de reportes de movimientos en masa [Base de datos geotécnica].

Google. (2009–2023). Imágenes históricas de Google Earth [15/06/2009, 06/2010, 01/08/2016, 01/2020, 01/12/2023]. Resolución: Landsat 15–30 m.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s.f.). Colombia en Mapas [Cartografía base hoja 132, segmentos 132IIIA1, 132IC3 y 132IC4].

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2010, junio 26 y septiembre 7). Fotografías aéreas (Vuelos 13203009072010 y 13203026062010) [Imágenes aéreas a escala 1:10.000].

Japan Aerospace Exploration Agency. (2010, julio 17). DEM ALPSRP238510110 [Modelo Digital de Elevación]. Resolución: 12.5 m.

Planet Labs Inc. (2022, mayo 8). Imagen satelital PlanetScope [Imagen satelital]. Resolución: 3 m

Referencias

INVIAS. (2012). Normas y especificaciones: Densidad relativa, relaciones de humedad – peso unitario seco [PDF]. Instituto Nacional de Vías. (Este documento técnico incluye procedimientos de ensayo para determinar densidad específica de materiales de suelo y roca, como los del batolito antioqueño)

Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). Rock Slope Engineering (3^a ed.). London: Institution of Mining and Metallurgy.

IDEAM. (s.f.). Curvas IDF – Intensidad, duración y frecuencia de lluvias en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado de: <https://archivo.ideam.gov.co/curvas-idf>

MUCHAS
GRACIAS!

