

# PROFESIONAL

JORGE ALONSO ARISITZABALARIAS

Ingeniero Civil (Universidad Nacional )

Magister en Gestión del Riesgo

Especializado en Geotecnia

Especializado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos

Especializado en Vías y Transporte

Profesor Catedrático Geotecnia y Cimentaciones Universidad Nacional Sede Manizales

Fundador empresa de consultoría QUASAR INGENIEROS CONSULTORES 2002

# TIPOS DE ESTUDIO

EVALUACION Y DISEÑO  
GEOLOGICO, GEOTECNICO,  
HIDRAULICO ,  
ESTRUCTURAL , AMBIENTAL  
ZONAS INESTABLES ( Urbanas, rurales, Vias )

EVALUACIONES DE  
AMENAZA,  
VULNERABILIDAD Y RIESGO  
POR MOVIMIENTOS EN  
MASA

EVALUACION DE AMENAZA,  
VULNERABILIDAD Y RIESGO  
POR AVENIDAS  
TORRENCIALES

ESTUDIOS GEOLOGICO -  
GEOTECNICOS PARA  
CONSTRUCION DE  
VIVIENDAS UNIFAMILIARES  
Y MULTIFAMILIARES

ESTUDIOS DE  
VULNERABILIDAD  
ESTRUCTURAL

DISEÑO GEOMETRICO DE  
VIAS Y DISEÑO DE  
REHABILITACIONES VIALES

DISEÑO DE ESTRUCTURAS  
DE CONTENCIÓN

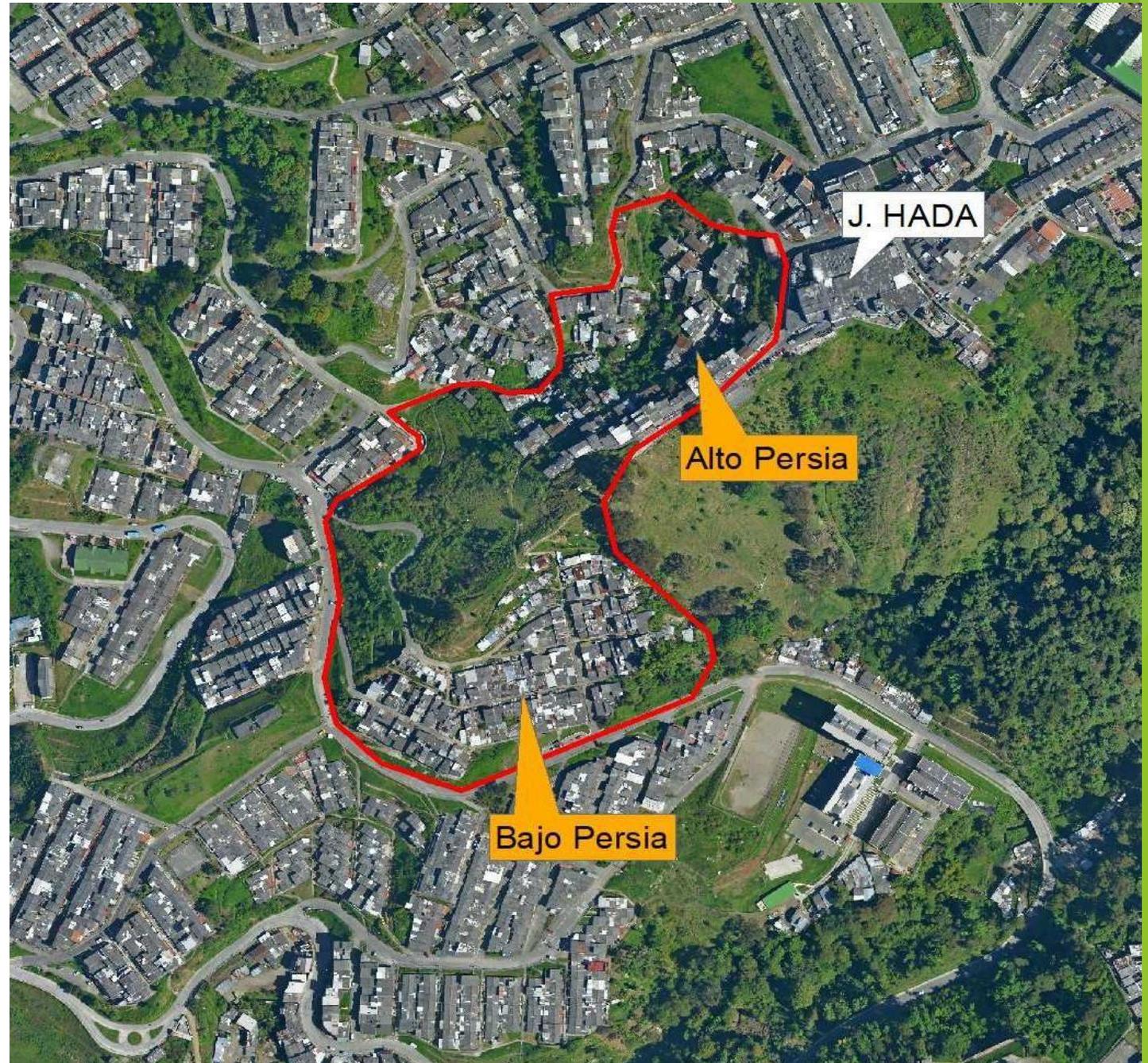
DISEÑO DE ESTRUCTURAS  
PARA CANALIZACION

ESTUDIOS DE  
REHABILITACION DE  
ESTRUCTURAS

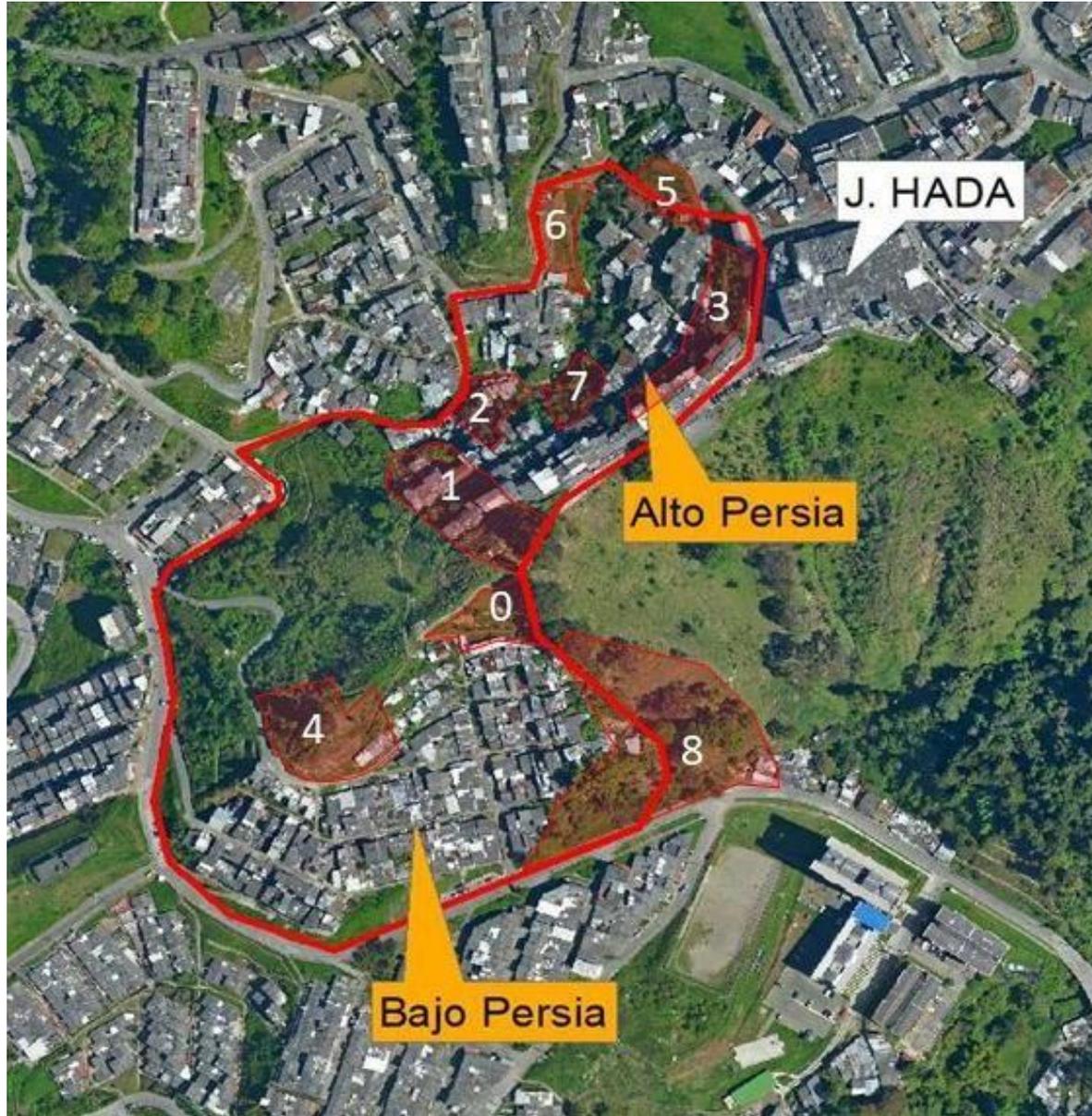
# DECRETOS Y NORMAS

- ▶ LEY 388 AÑO 1997 señala que deben incorporarse en los planes de ordenamiento territorial la determinación de las "zonas no urbanizables que presenten riesgo para localización de asentamientos humanos , pro amenazas naturales.
- ▶ LEY 019V AÑO 2012 determino que el gobierno nacional reglamentaria las condiciones y escalas de detalle para la delimitación y zonificación de las áreas de amenaza y de las áreas con condiciones de riesgo.
- ▶ DECRETO 1807 AÑO 2014 basado en que se debe incorporar la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial , reglamenta los estudios detallados orientados a la categorización del riesgo y establecer las medidas de mitigación correspondientes
- ▶ NORMA SISMO RESISTENTE 2010
- ▶ GUIA PARA LA EVALUACION DE AMENAZA- VULNERABIILIDAD-RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA (SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO 2014)

**ESTUDIOS GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO  
E HIDRÁULICO Y MICROZONIFICACIÓN  
DEL RIESGO POR DESLIZAMIENTO Y  
DISEÑOS DE LAS OBRAS DE  
ESTABILIDAD PARA LA REDUCCIÓN DEL  
RIESGO EN EL BARRIO PERSIA.  
MUNICIPIO DE MANIZALES.**



# ZONAS ESPECIFICAS DE INTERES GEOTECNICO EVALUADAS



# OBJETIVO GENERAL

Realizar los estudios geológico, geotécnico e hidráulico y realizar la microzonificación del riesgo por deslizamiento y los diseños de las obras de estabilidad para la reducción del riesgo en el barrio Persia. Municipio de Manizales.



# PANORAMICA DE SECTORES ESTUDIADOS

# METODOLOGIA EMPLEADA

SUSCEPTIBILIDAD Y  
AMENAZA POR  
MOVIMIENTOS EN MASA



VULNERABILIDAD DE  
ESTRUCTURAS



EVALUACION DEL  
RIESGO

# SUSCEPTIBILIDAD Y AMENAZA POR VOMIMIENTOS EN MASA



# EVALUACION AMENAZA

## INSUMOS



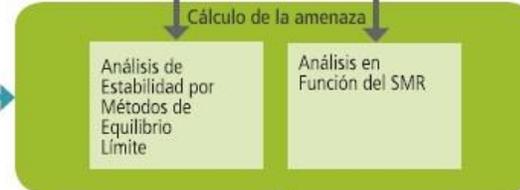
## FACTORES CONDICIONANTES



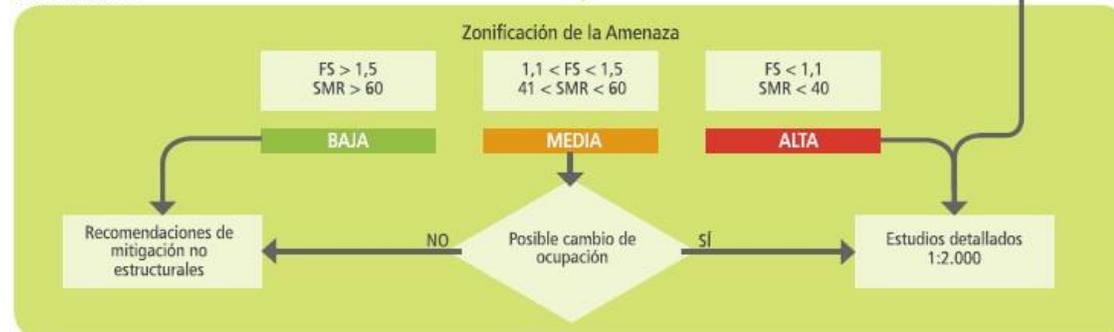
## FACTORES DETONANTES



## MODELACIÓN



## RESULTADOS



# INSUMOS



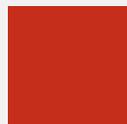
CARTOGRAFIA IGAC



LEVATAMIENTOS DE DETALLE



SENSORES REMOTOS

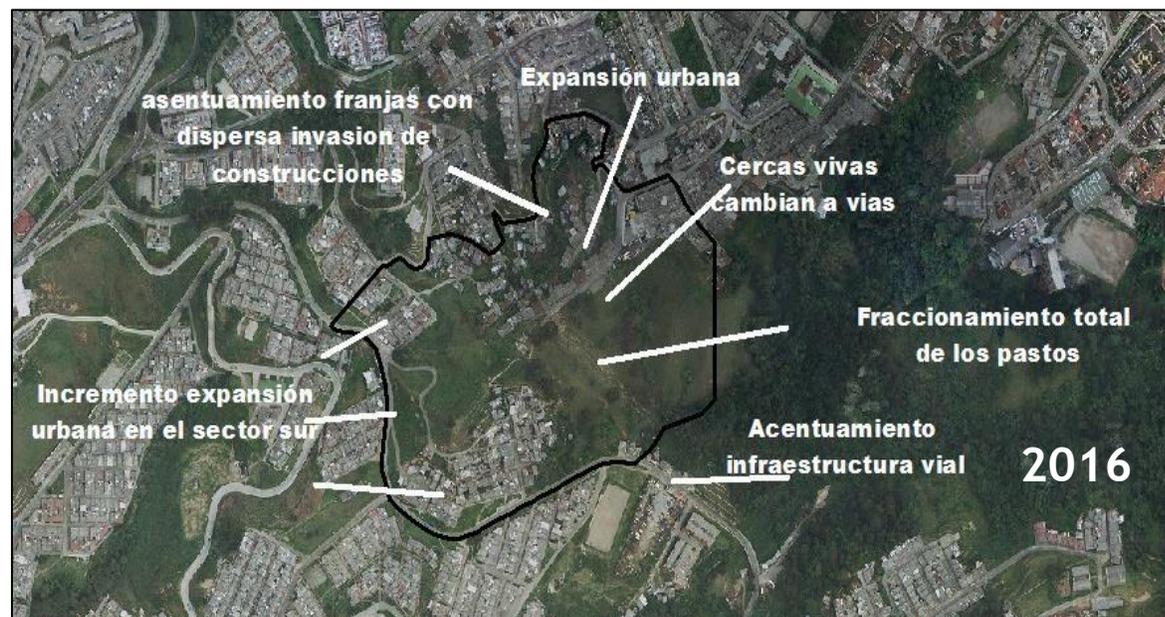
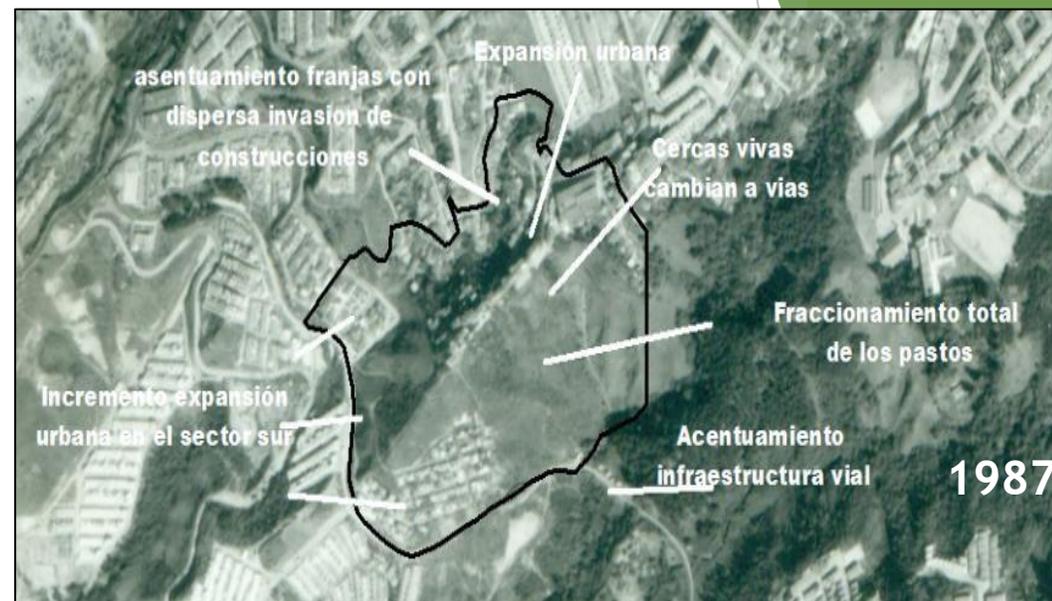
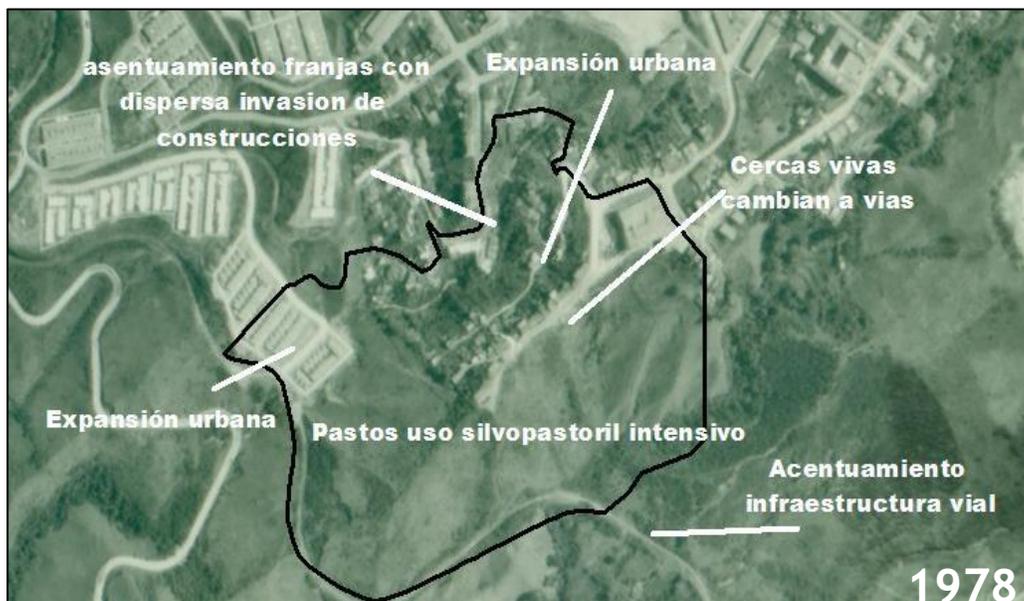


HISTORIA DE EVENTOS

# LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE DETALLE



# ANÁLISIS MULTITEMPORAL: COBERTURA DEL SUELO



# FACTORES CONDICIONANTES

GEOLOGIA

```
graph TD; A[GEOLOGIA] --> B[USO DEL SUELO]; B --> C[PROSPECCION GEOTECNICA]; C --> D[INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS]; D --> E[GEOMORFOLOGIA];
```

USO DEL SUELO

PROSPECCION GEOTECNICA

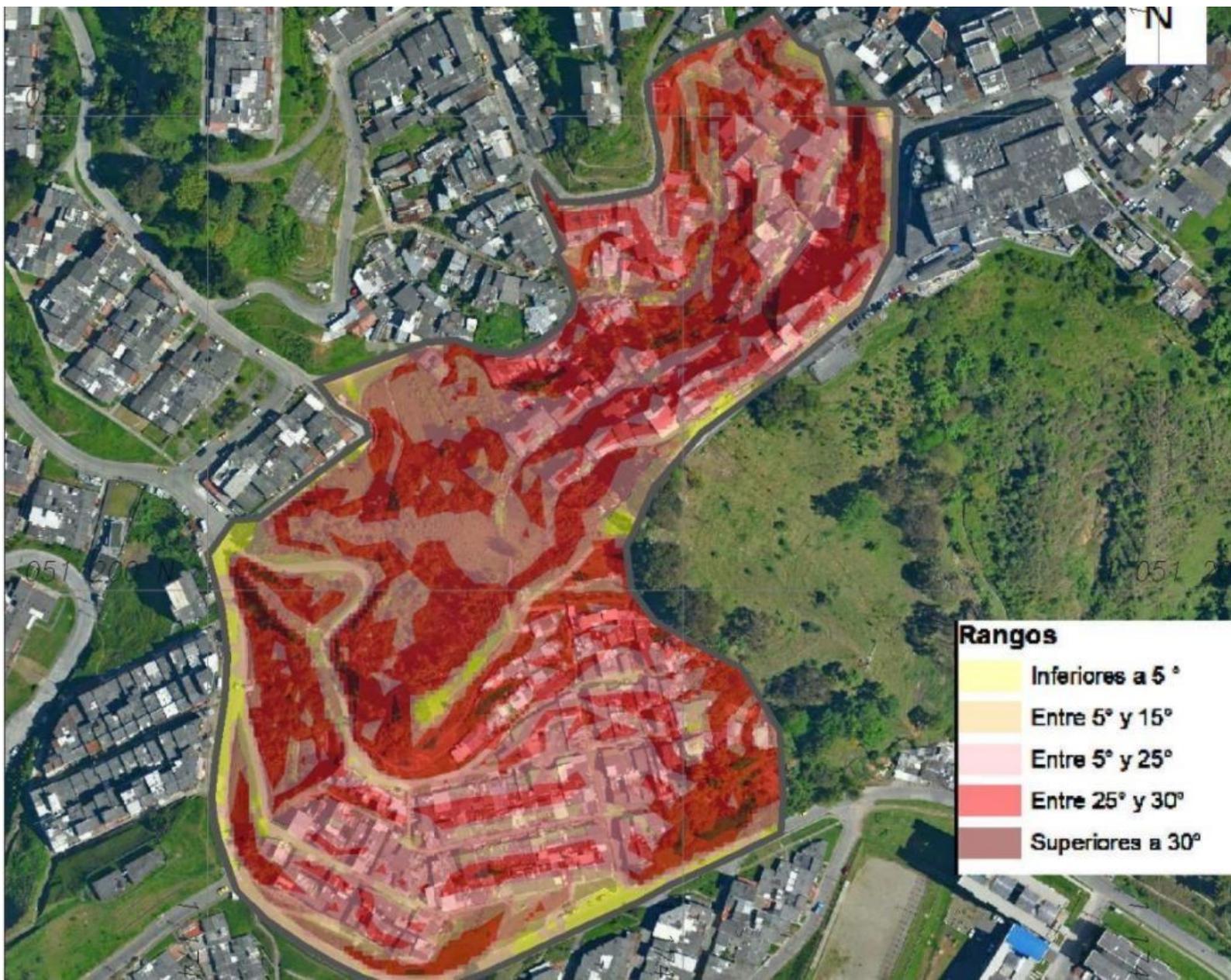
INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS

GEOMORFOLOGIA

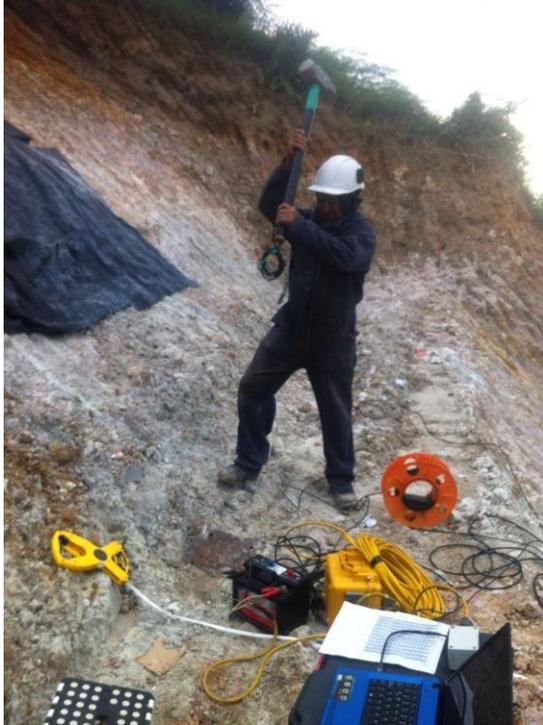
# GEOLOGÍA FORMACIONES GEOLOGICAS Y SUPERFICIALES



# MORFOMETRÍA : DISTRIBUCIÓN DE PENDIENTES



# GEOTECNIA



- **Prospecciones:**

Perforaciones realizadas en cada sitio crítico del sector.

- **Hallazgos:**

Formaciones superficiales:

Depósitos antrópicos.

Depósitos de caída piroclástica.

Depósitos residuales:

Formación Casabianca.

- **Líneas de Refracción Sísmica:**

Representación de los espesores de los estratos presentes.

Capa de relleno limo arenoso, de color pardo claro, oscuro y amarillento, gris claro, negro y rojizo; su espesor va hasta aproximadamente los 4.0 m, presenta una resistencia media y una humedad media.

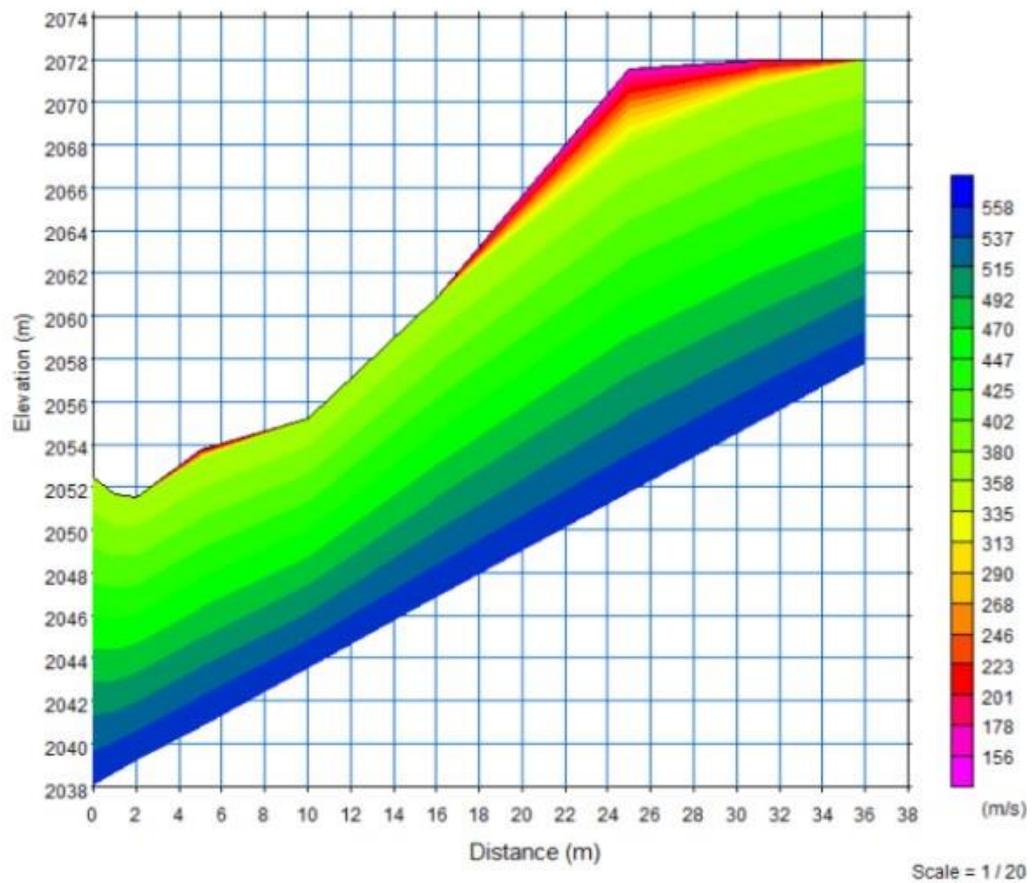
Depósito de caída piroclástica, espesor variable entre 0.8 m y 5.3 m, presenta un color gris claro, amarillo claro y pardo amarillento y oscuro; de textura limo arenosa, presenta una resistencia media y una humedad media.

Depósito de suelo residual de la formación Casabianca, presenta una coloración amarillo claro y oscuro, gris amarillento, pardo oscuro y rojizo claro; de textura limo arcillosa, posee una resistencia media a alta y una humedad media, con espesores de hasta 20.0 m.



# GEOTECNIA Perfil típico

# REFRACCION SISMICA





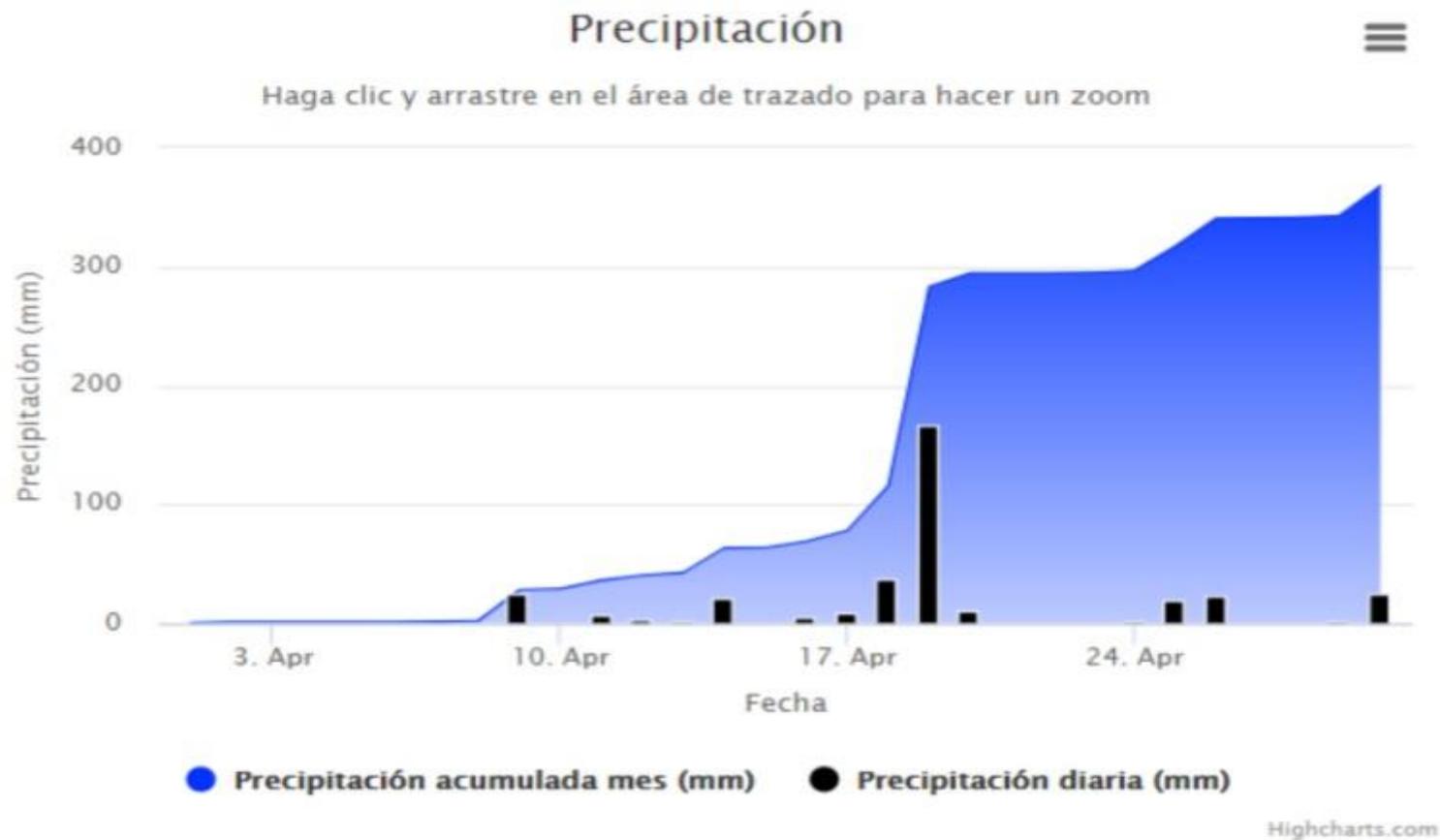
## PERFIL CARACTERISTICO ZONA ESTUDIO

- ▶ MATERIA ORGANICA  
COLOR NEGRO
- ▶ CAFÉ CENIZA VOLCANICA
- ▶ DEPOSITOS DE LA  
FORMACION  
CASABIANCA COLOR  
BLANCO Y AMARILLO  
CLARO

FACTORES  
DETONANTES

LLUVIA

SISMO

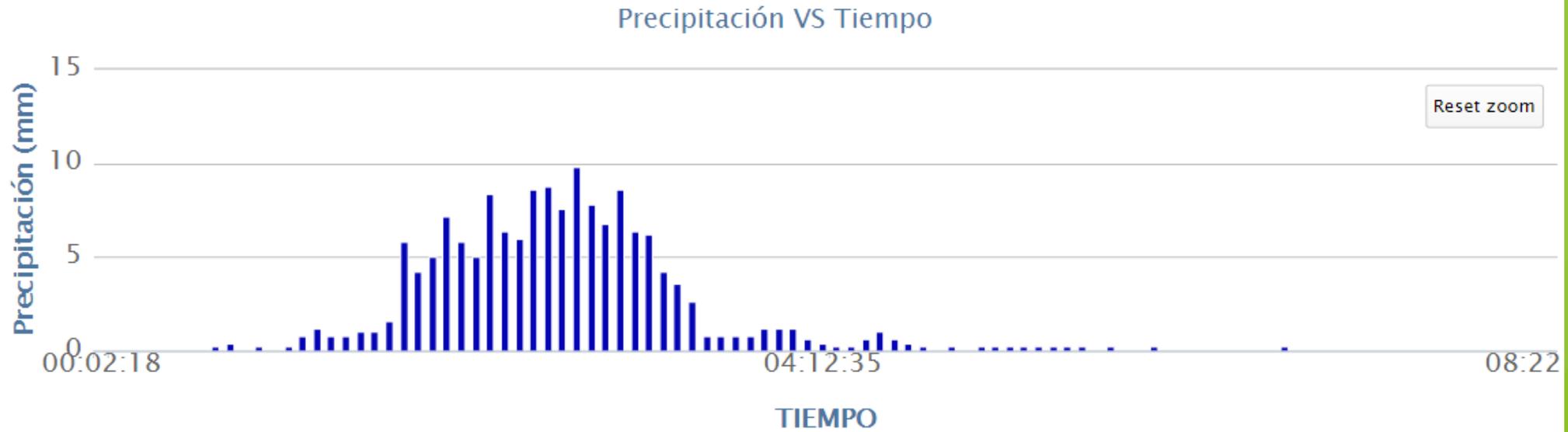


**Precipitación acumulada mes: 367.8 mm**  
**Precipitación diaria máxima mes: 167.4 mm**

Figura 232. Registro de precipitación Estación Quebrada Palogrande – Ruta 30.

Fuente: IDEA Manizales

## Precipitación 2017-4-19 HOSPITAL DE CALDAS – Manizales



Fecha enfoque:

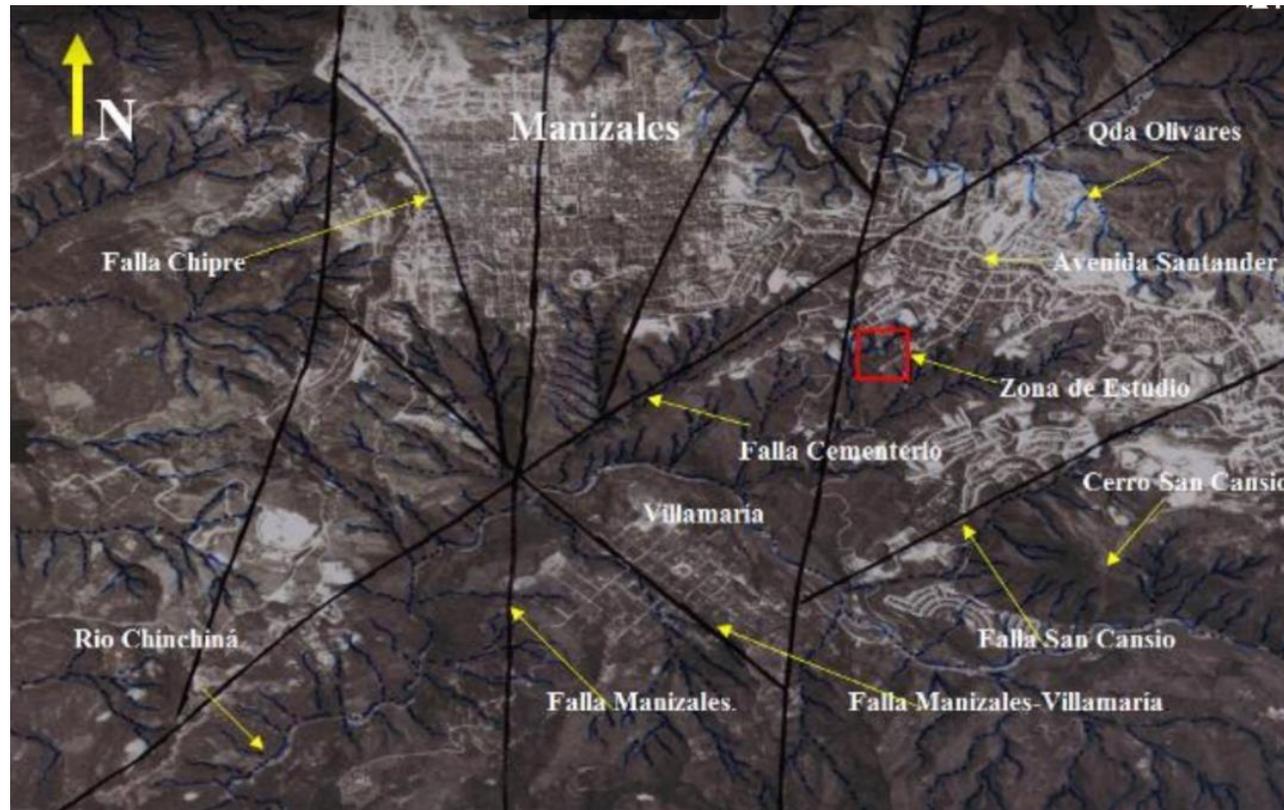
Precipitación Max Acum. Día: 170.2 mm

Hora Tope: 02:47 a.m.

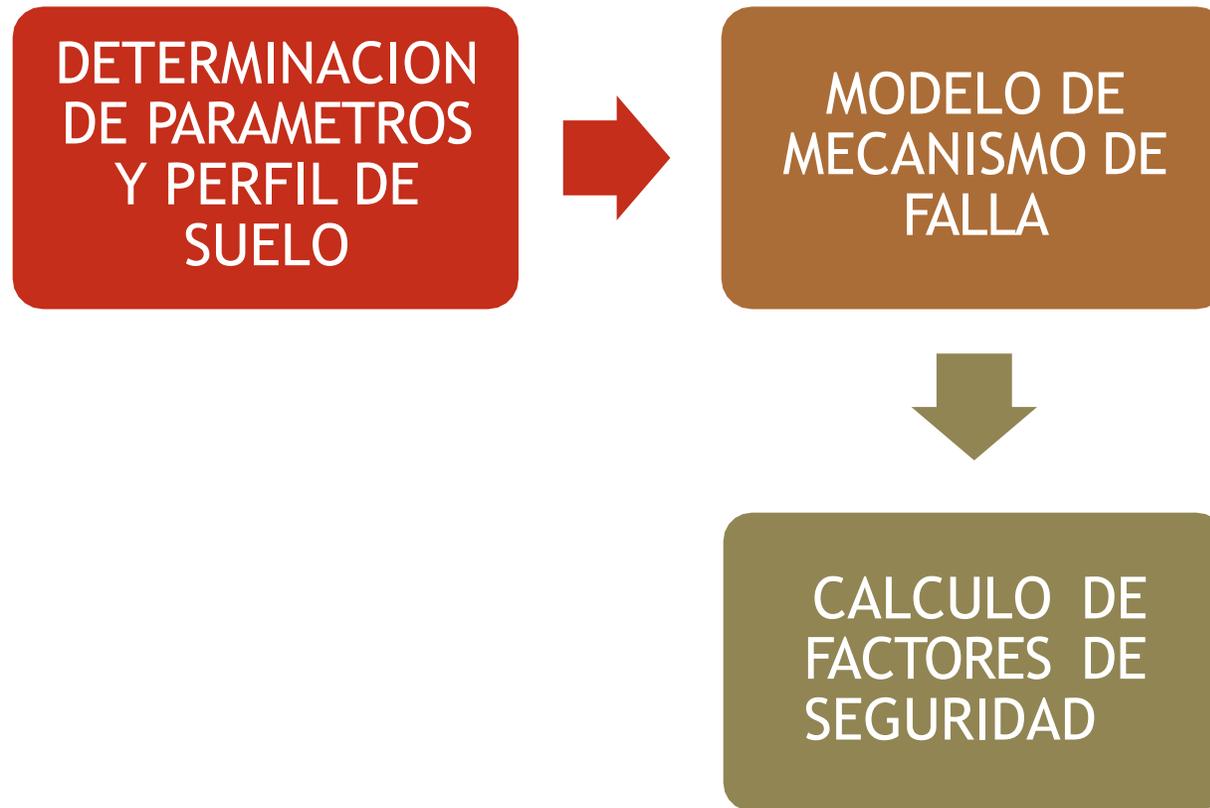
Duración lluvia de diseño: 6.0 horas.

Rango de datos: Cada 5.0 mins.

# GEOLOGIA ESTRUCTURAL ( Regional )



# MODELACION



# Geotécnia ( Propiedades de los suelos )

MATERIALES	CONSISTENCIA	Fricción	Cohesión	Peso unitario	Clasificación
RELLENOS	Blanda	21	1,5	1,60	MH
CENIZA	Blanda	25	1,55	1,55	MH
CASABIANCA	Media-alta	25	6	1,75	MH

$$\tau = c + \sigma \tan \Phi$$

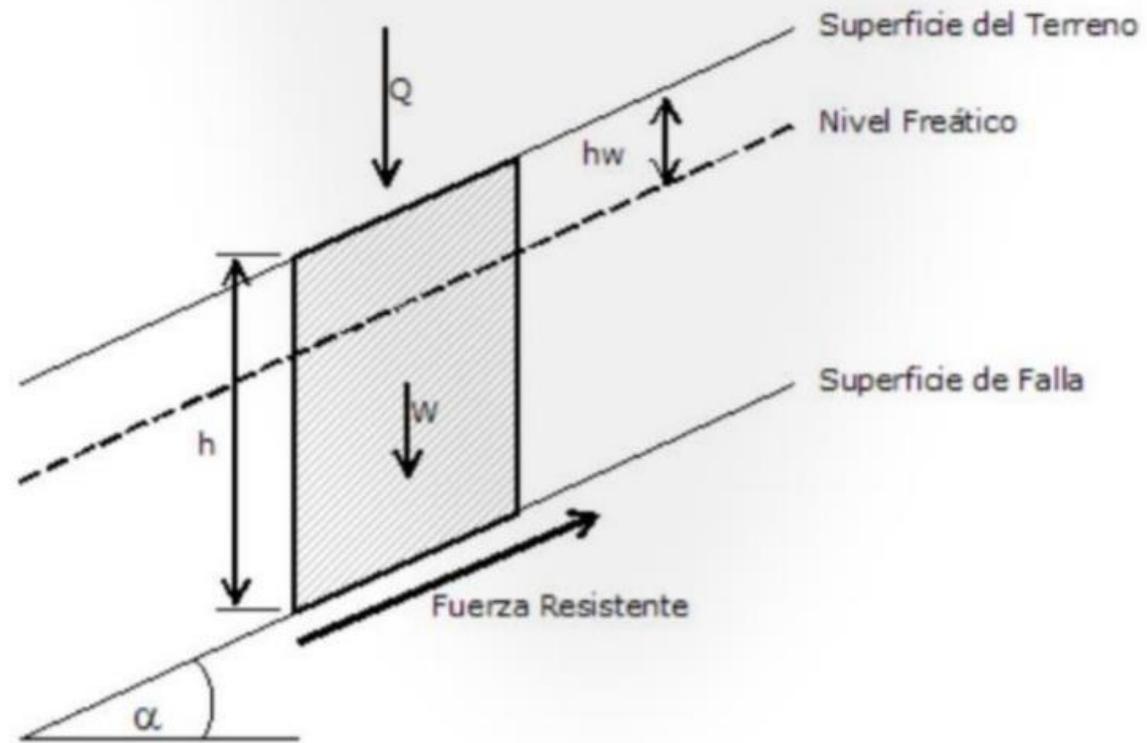


Figura 241. Esquema simplificado del método del talud infinito

# MODELO DE FALLA

LOCALIZACION DE  
FENOMENOS DE  
INESTABILIDAD ACTIVOS  
EN EL MOMENTO DEL  
ESTUDIO



# MAPA DE FACTORES DE SEGURIDAD SEGÚN ANÁLISIS DE DETALLE

- ▶  $FS < 1$  
- ▶  $1 < FS < 1.5$  
- ▶  $FS > 1,5$  



# ZONIFICACIÓN AMENAZA

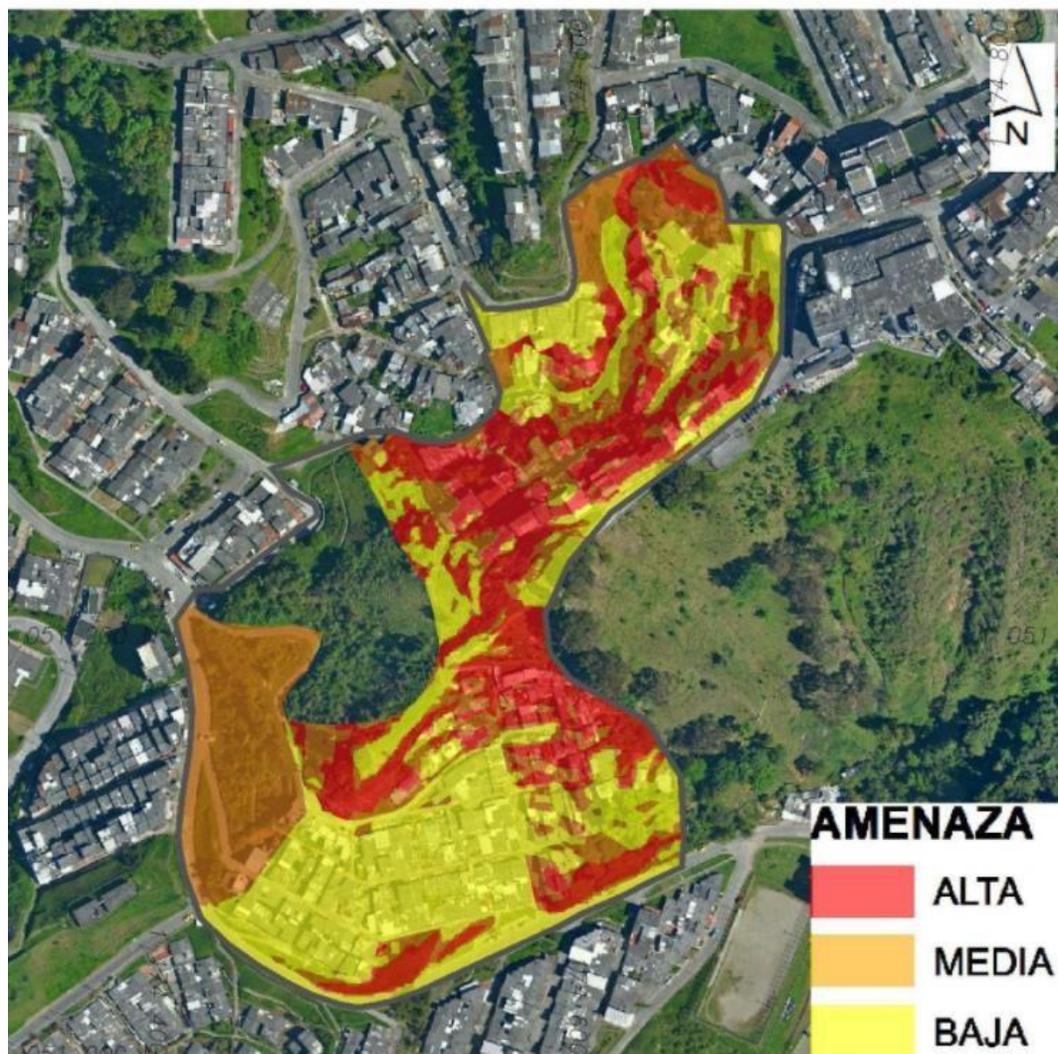
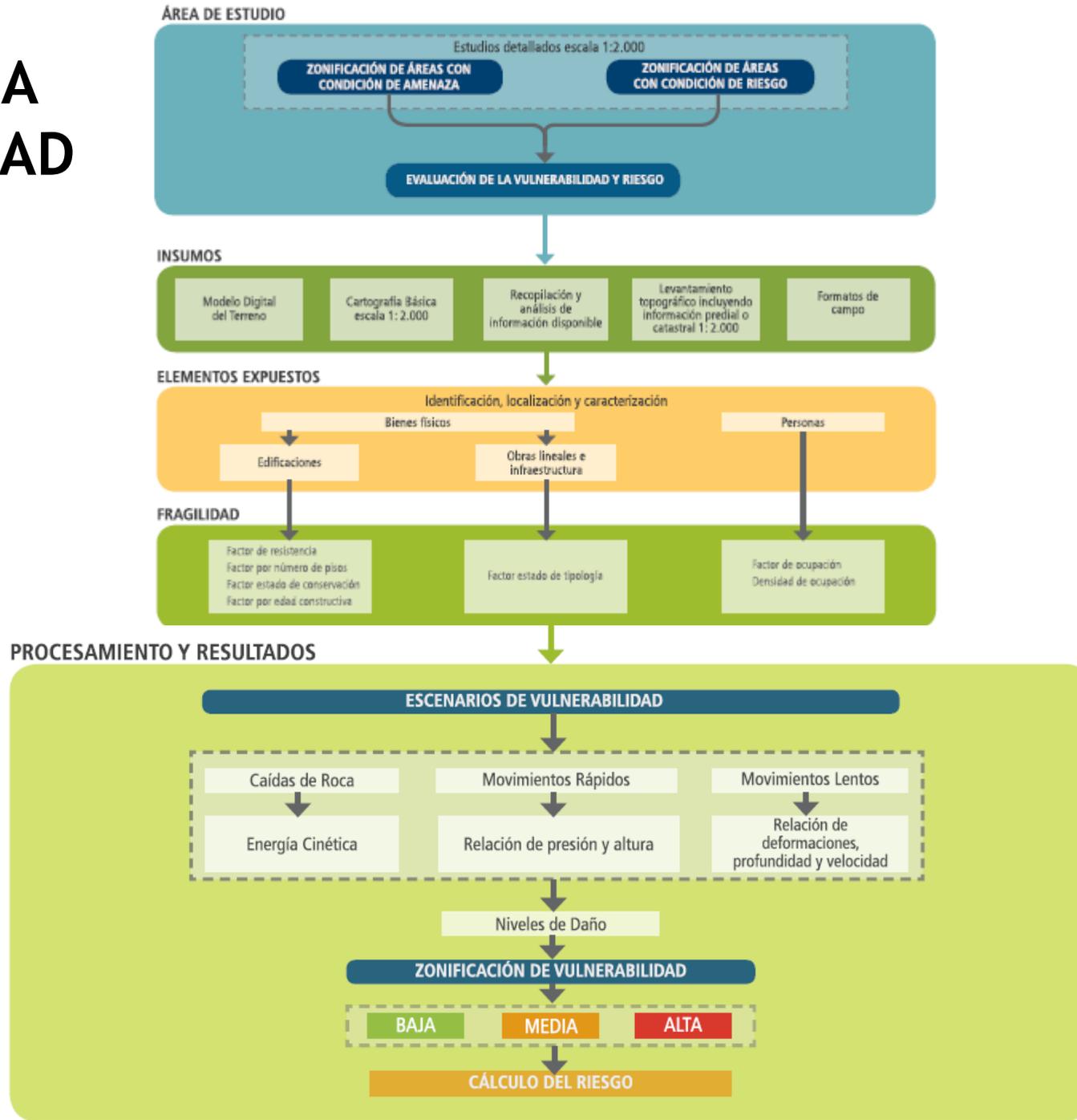


Figura 248. Mapa de amenaza de la zona de estudio



**VULNERABILIDAD**

# CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD



# INSUMOS



CARTOGRAFIA



LEVATAMIENTOS DE DETALLE



FORMATOS DE CADA VIVIENDA



ENTREVISTA CON LOS HABITANTES

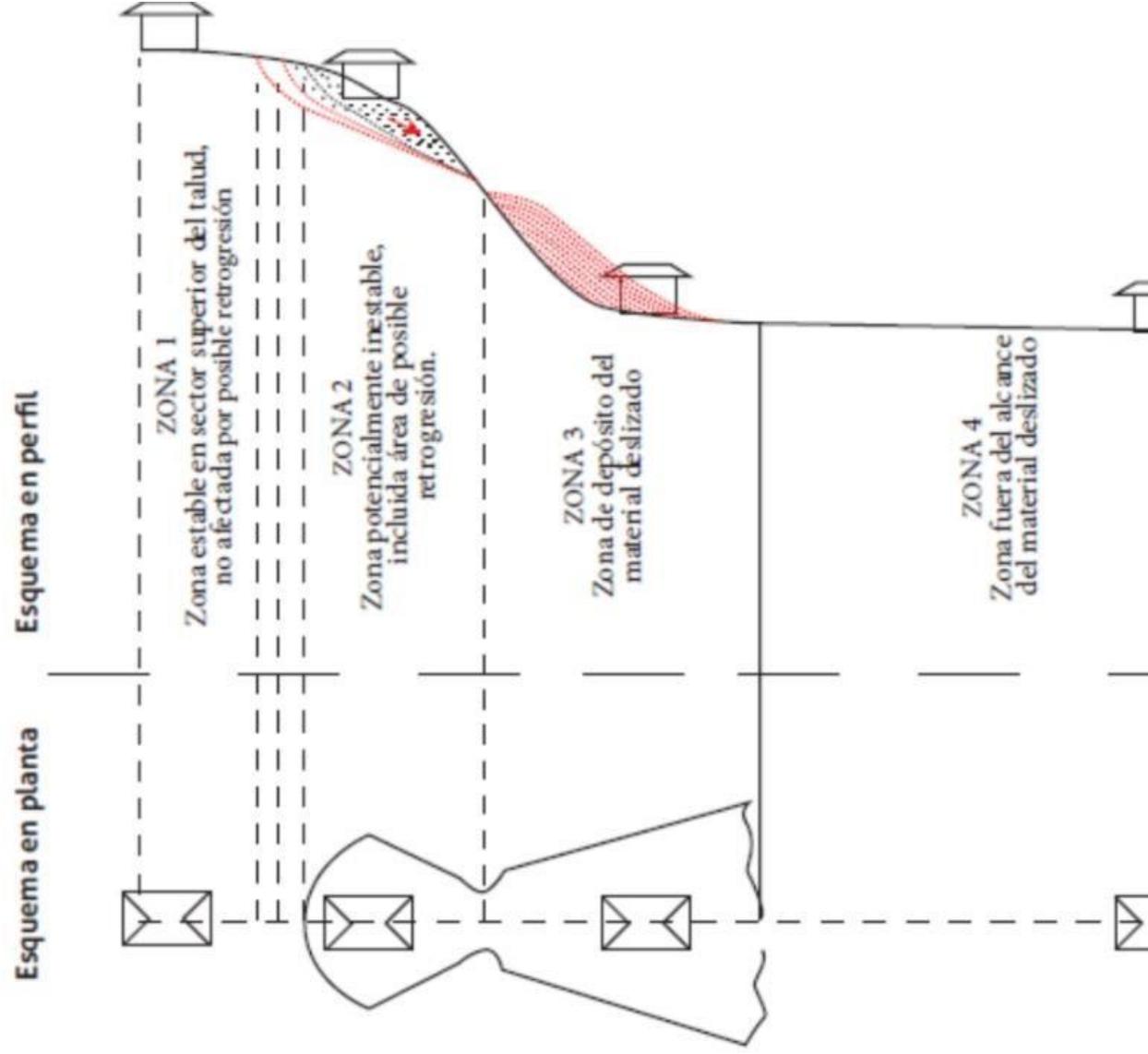
# FACTORES EVALUACIÓN

INTIENSIDAD

GRADO DE EXPOSICIÓN

FRAGILIDAD

# ZONAS DE EXPOSICIÓN



# INVENTARIO DETALLADO 257

## VIVIENDAS

CLASIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	VALOR DE VULNERABILIDAD	NIVEL DE DAÑO
ALTA	0,50 – 1,00	Colapso total

CLASIFICACIÓN	RANGO DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN
ALTA	0,5 – 1,0	Alta posibilidad de muerte o lesiones serias

### COMBINACIÓN DE FACTORES:

- Fragilidad de las edificaciones
- Intensidad de los movimientos
- Ubicación relativa en la ladera

Fuente: Servicio Geológico Colombiano

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
Departamento	Municipio	Barrio			
Identificación catastral	Alto Persia				
	Sector	Manzana	Predio		
Coordenadas			Construcción		
	Este	Norte	Cota		
Tipo de identificación	Registro fotográfico - ID No. Foto 0180				
Inspección					
Exterior				<input type="checkbox"/>	
Parcial				<input type="checkbox"/>	
Completa				<input type="checkbox"/>	
No Inspección					
No se permitió				<input type="checkbox"/>	
Colapso	<input checked="" type="checkbox"/>				
Desocupada	<input type="checkbox"/>				
Otro	<input type="checkbox"/>				
Identificación predial	Dirección	<input type="checkbox"/> 49	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
		Carrera	Calle		
		<input type="checkbox"/> Transversal	<input type="checkbox"/> Diagonal		
		<input type="checkbox"/> Otro			
	Número (#)	29A-55			
Tenencia del bien	Propietario	<input type="checkbox"/>	C.C No.		
	Arrendatario	<input type="checkbox"/>	C.C No.		
	Otro	<input type="checkbox"/>	C.C No.		
CLASIFICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN					
Uso predominante	12				
Indispensables		Ocupación especial	Ocupación normal		
1. Salud Pública		6. Institucionales	12. Residencial		
2. Salud Privada		7. Gubernamentales	13. Comercio		
Atención comunidad		8. Comerciales	14. Multipropósito		
3. Seguridad		9. Industria	15. Otro _____		
4. Emergencia		10. Oficinas			
5. Educación		11. Parqueaderos			

Tabla 43. Factor de fragilidad por tipo de estructura.

TIPOLOGÍA		FRAGILIDAD	$S_{tip}$
F	Construcciones simples	Muy alta	1,00
E	Estructuras ligeras	Alta	0,90
D	Estructuras con confinamiento deficiente	Media	0,70
C	Mampostería reforzada	Baja	0,50
B	Edificaciones reforzadas	Muy baja	0,30
A	Edificaciones con reforzamiento especial	Extremadamente baja	0,10

Fuente: Heinimann, 1999, en Du et al., 2013

# FRAGILIDAD

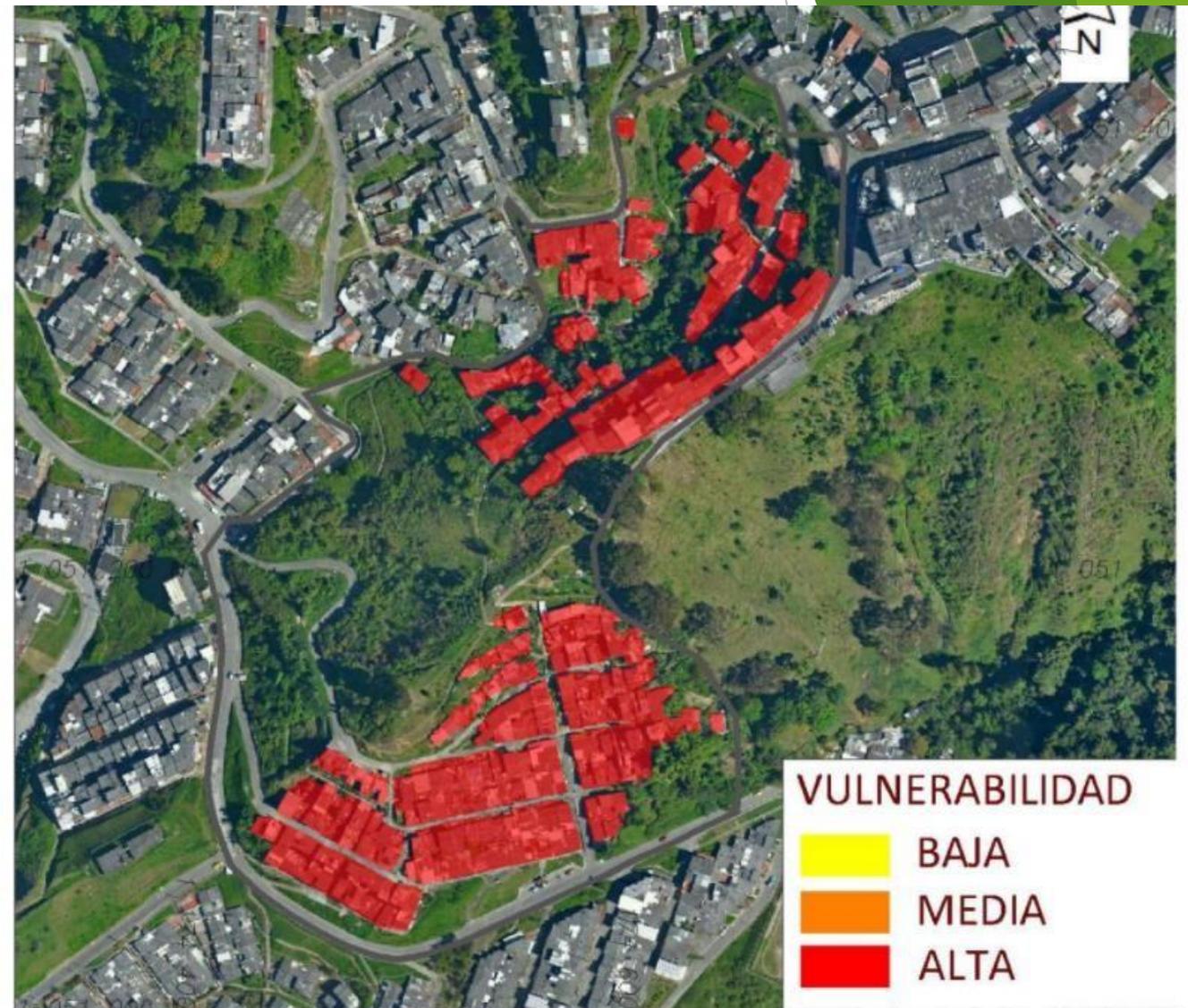
# CALCULO DE LA FRAGILIDAD

$$S_e = 1 - (1 - S_{tip})(1 - S_{alt})(1 - S_{con})(1 - S_{ed})$$

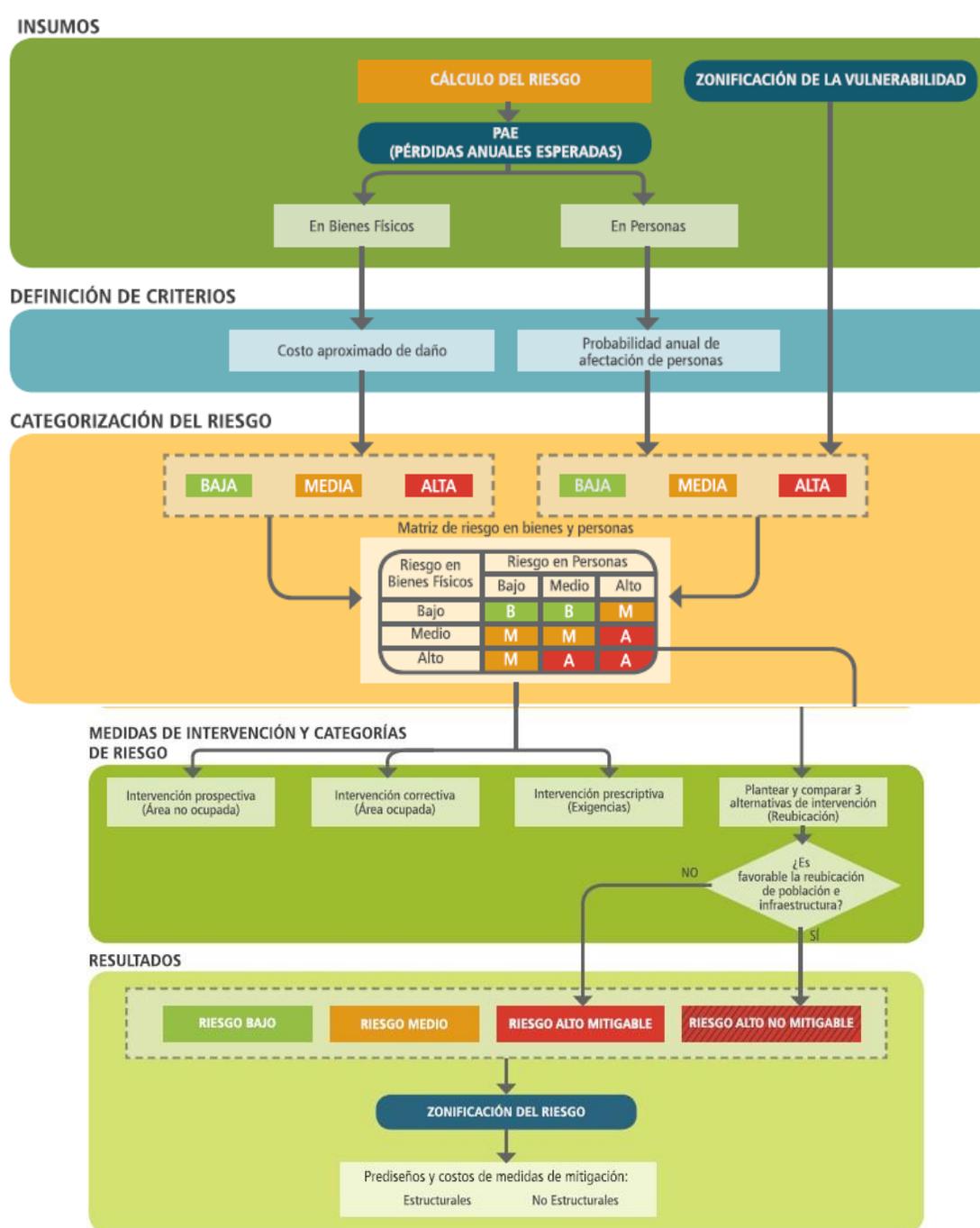
Donde

$S_e$	Fragilidad de la estructura
$S_{tip}$	Factor de fragilidad por tipología
$S_{alt}$	Factor de fragilidad por altura
$S_{con}$	Factor de fragilidad por conservación
$S_{ed}$	Factor de fragilidad por edad

# ZONIFICACION DE VULNERABILIDAD



# CÁLCULO DEL RIESGO



## MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL RIESGO

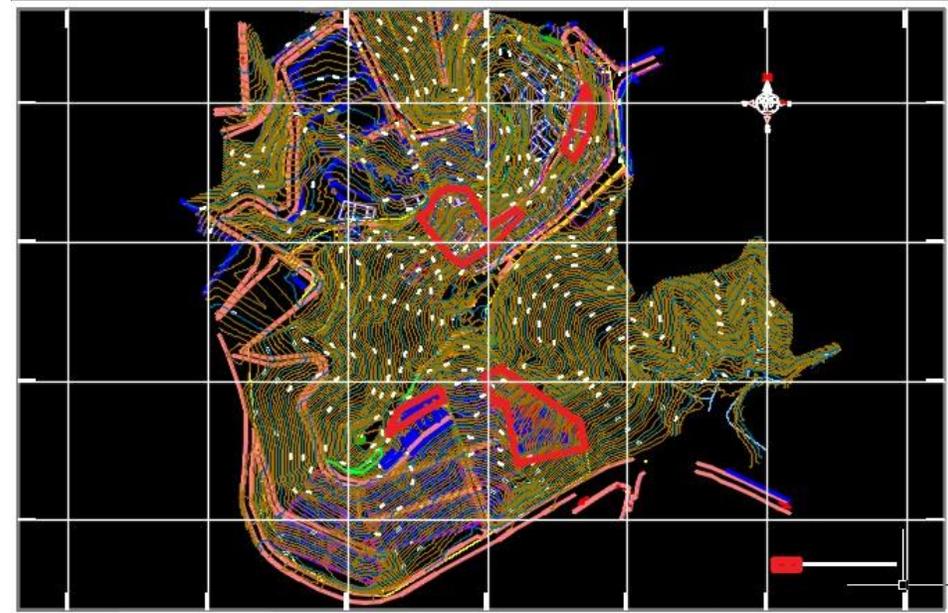
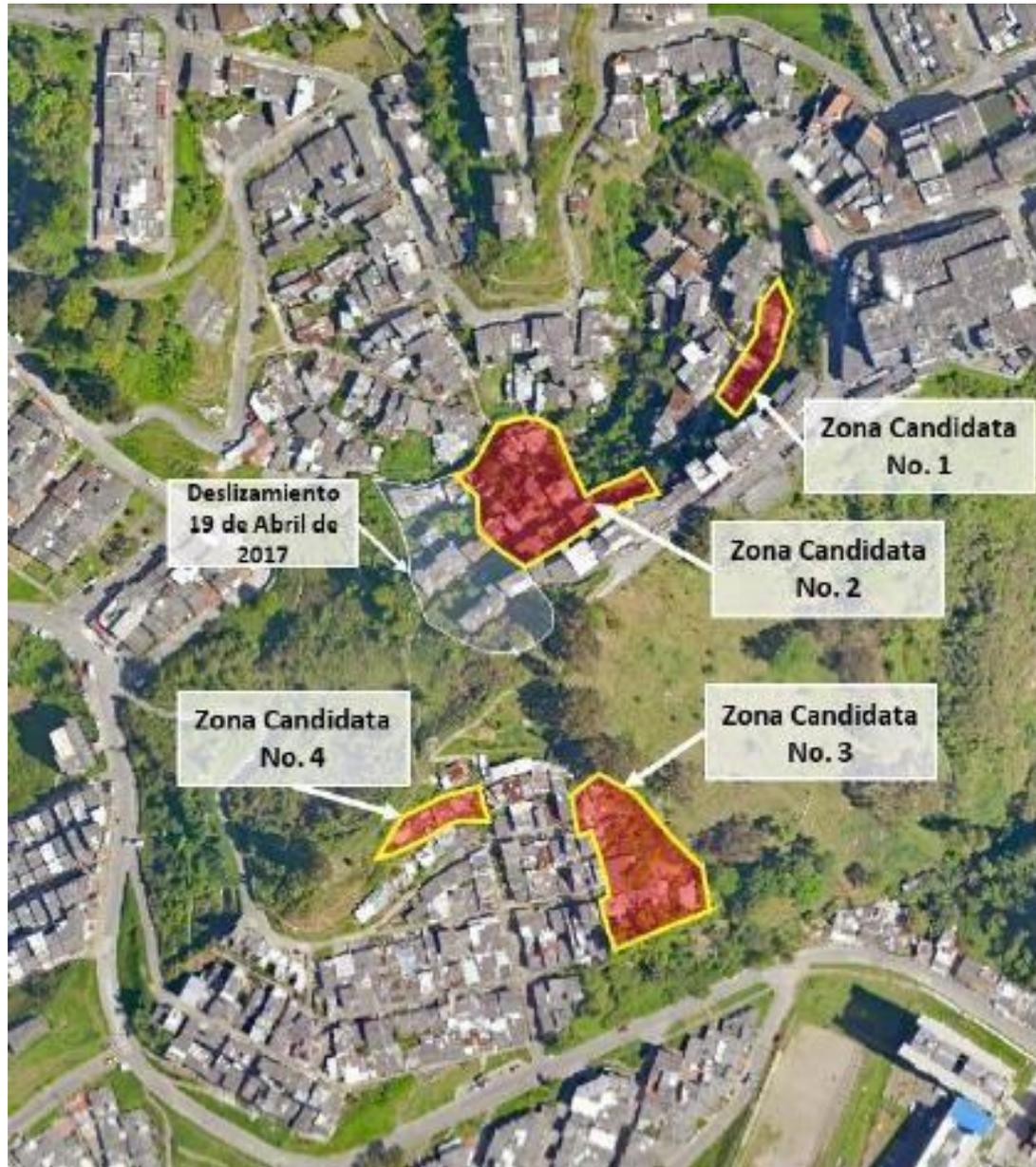
VULNERABILIDAD	AMENAZA		
	ALTA	MEDIA	BAJA
ALTA	ALTO	ALTO	ALTO
MEDIA	ALTO	MEDIO	MEDIO
BAJA	ALTO	BAJO	BAJO

Fuente: Servicio Geológico Colombiano

A PARTIR DE ESTA MATRIZ SE DEFINE:

- Zonificación del riesgo por deslizamiento del sector.
- Criterios para el establecimiento de zonas de reubicación de vivienda.
- Criterios para el establecimiento de zonas de mejora integral del barrio.

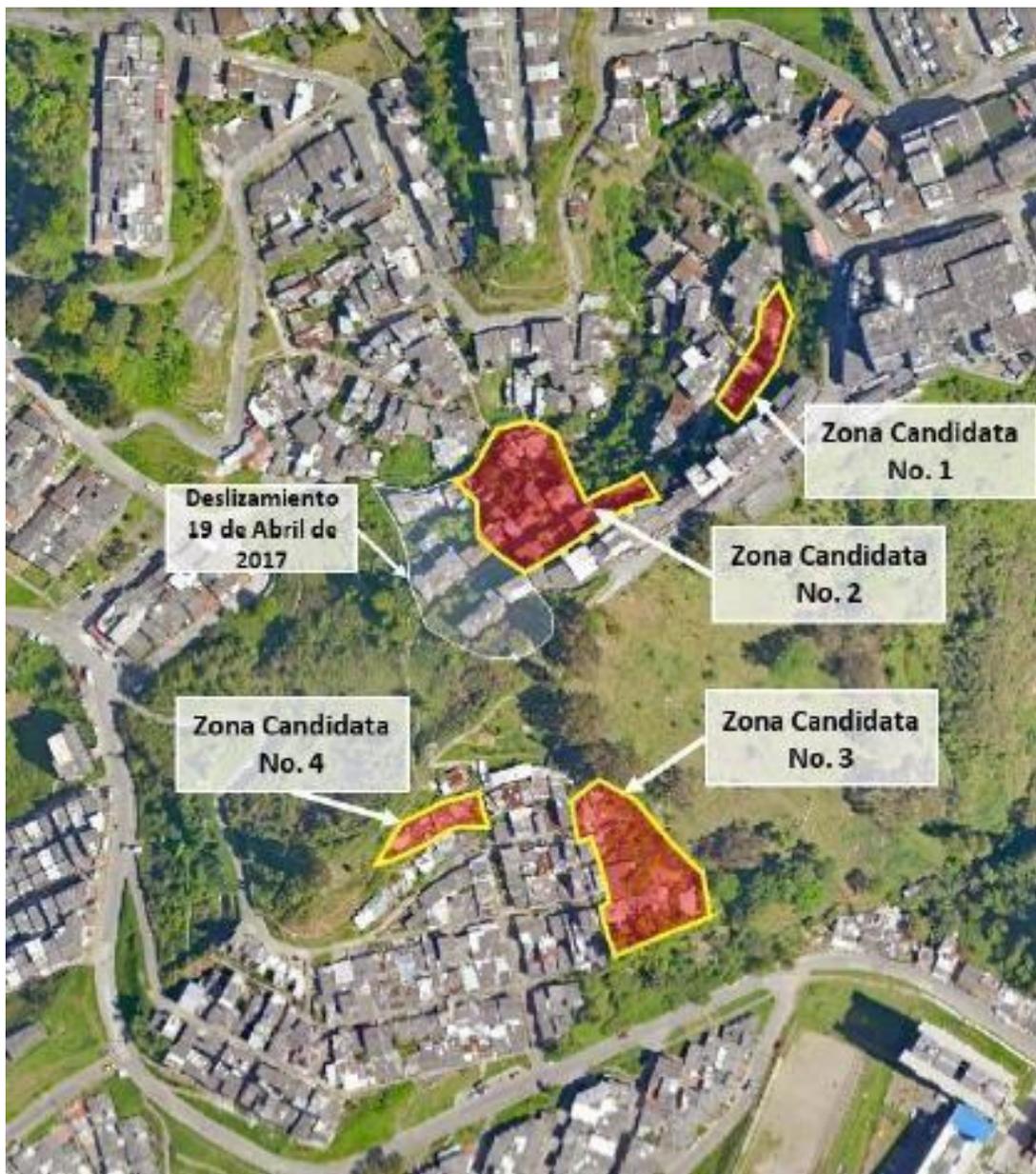
# ZONAS CANDIDATAS A REUBICACIÓN DE VIVIENDA



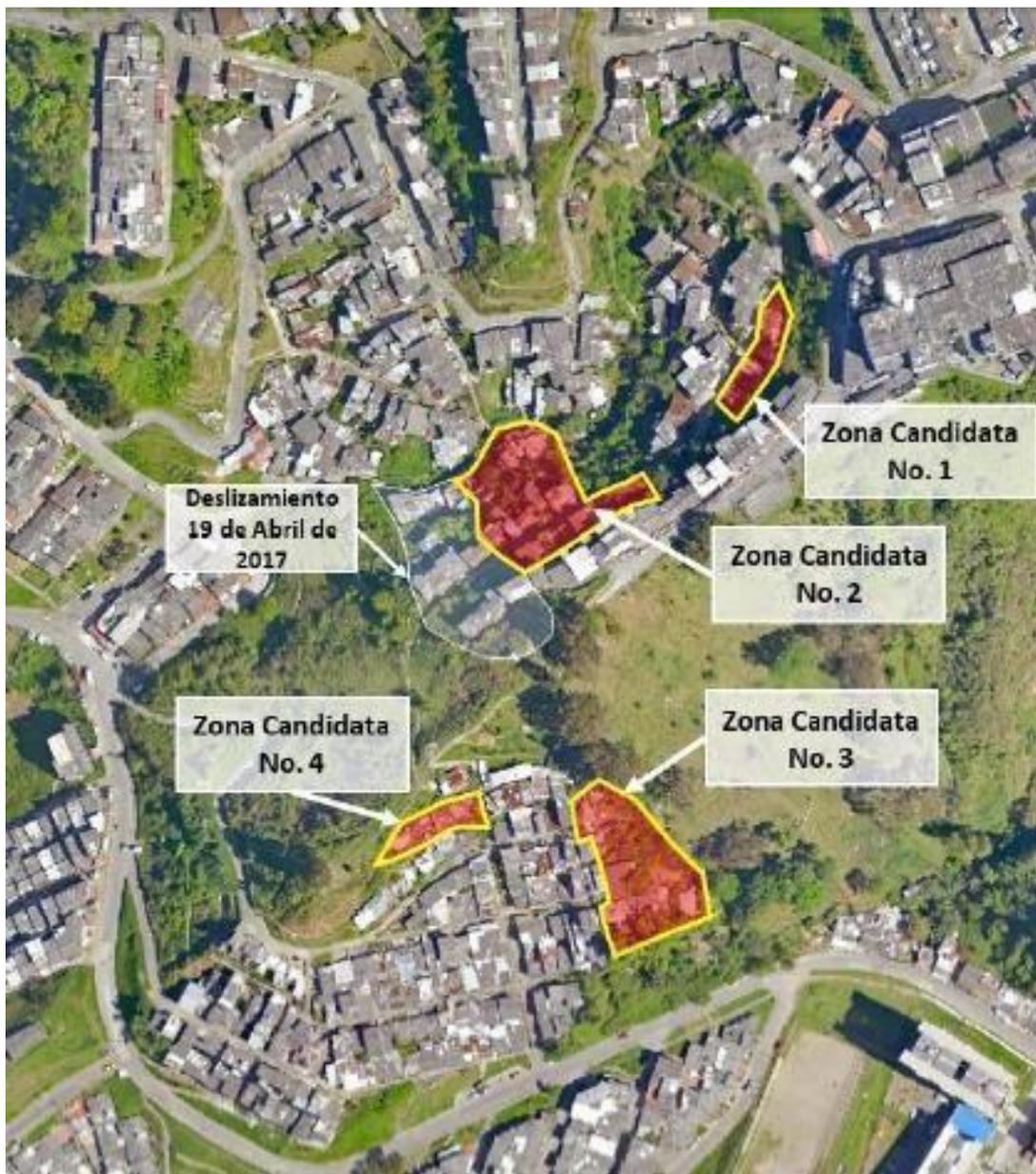
CANTIDAD TOTAL DE VIVIENDAS: 44

# ZONA CANDIDATA NO. 1

CANTIDAD DE VIVIENDAS: 6



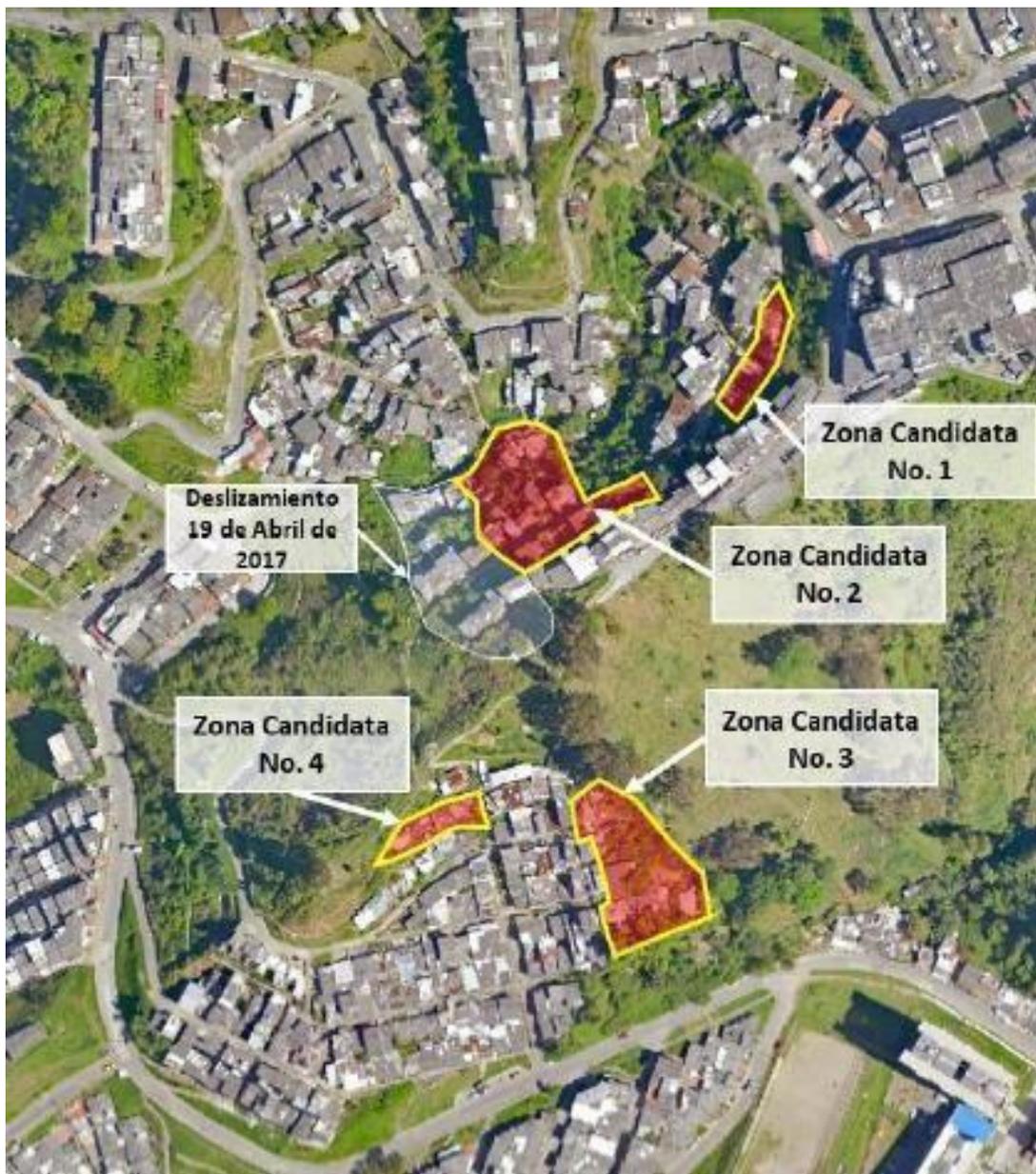
# ZONA CANDIDATA NO. 2



CANTIDAD DE VIVIENDAS: 23

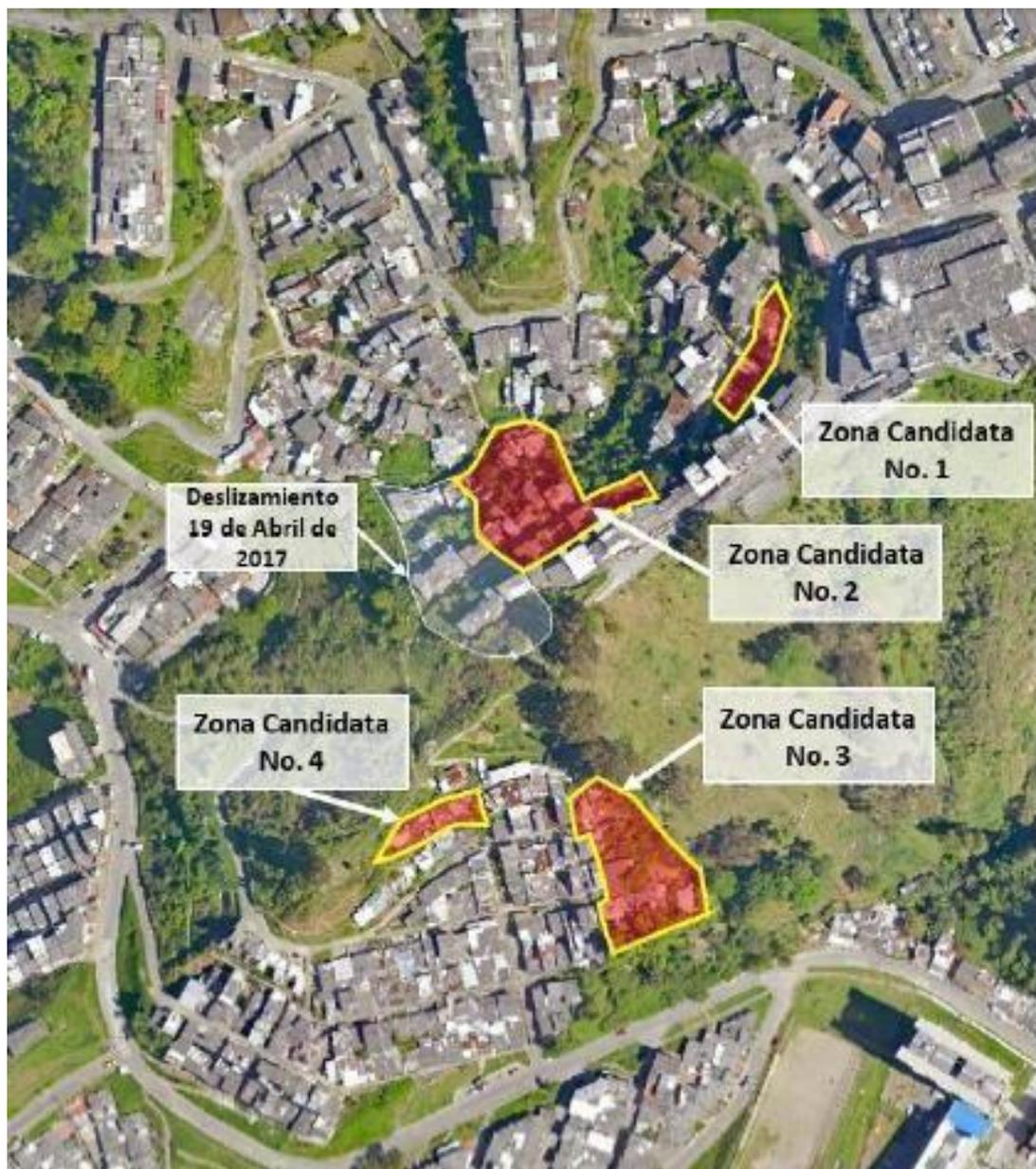
# ZONA CANDIDATA NO. 3

CANTIDAD DE VIVIENDAS: 11



# ZONA CANDIDATA NO. 4

CANTIDAD DE VIVIENDAS: 4



# MEJORAMIENTO INTEGRAL DEL BARRIO PERSIA

## Tratamientos convencionales:

### Obras de manejo de aguas de escorrentía y sub-superficiales:

- Zanjas colectoras.
- Canales de corona.
- Drenes horizontales.

### Obras menores de estabilidad:

- Pantallas en concreto reforzado.
- Perfilamiento de taludes.