

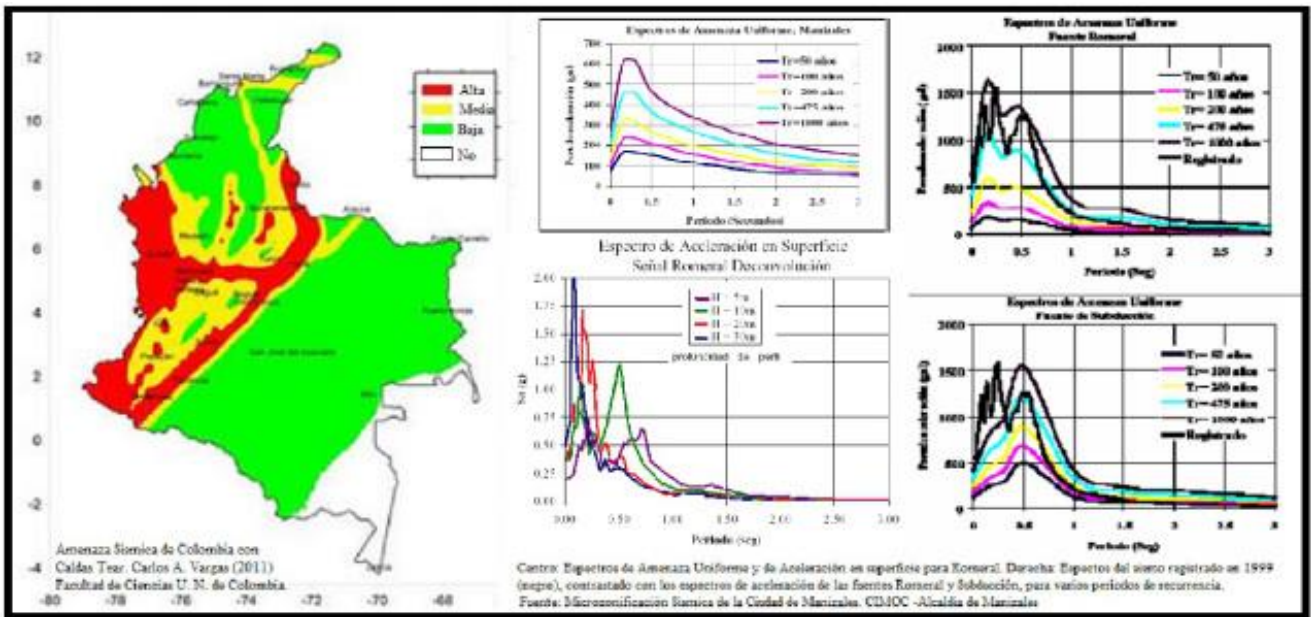
## VULNERABILIDAD DE LAS LADERAS DE MANIZALES



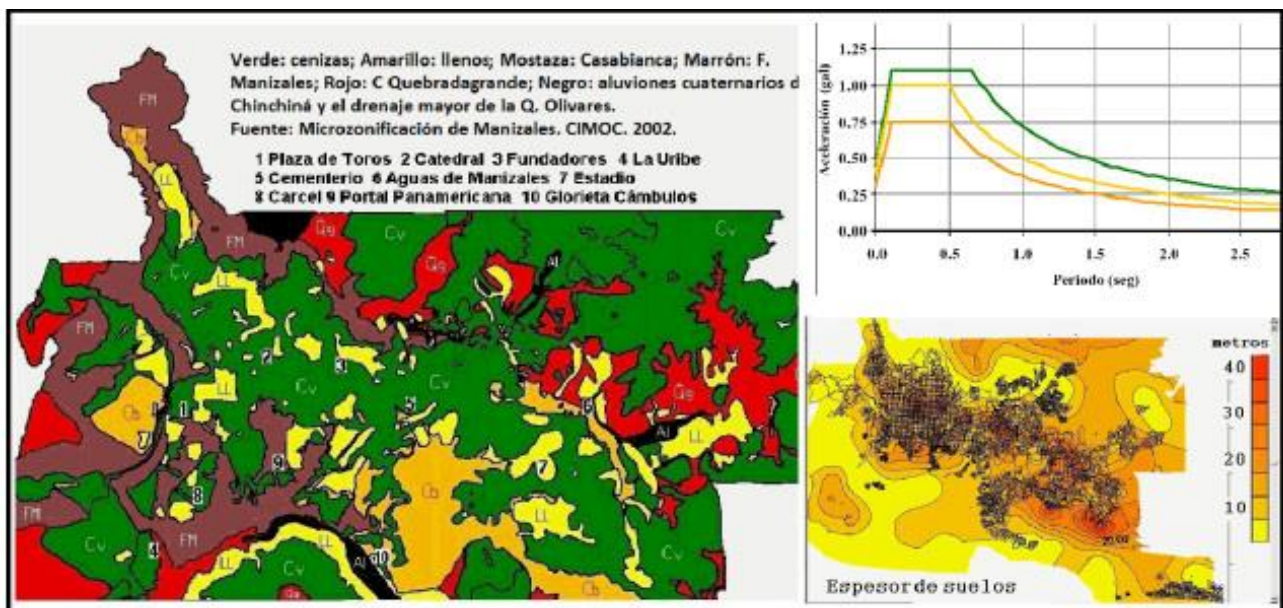
Por Gonzalo Duque-Escobar

En el POT, se deben considerar ajustes en el factor de seguridad de las laderas, teniendo en cuenta además de los resultados de la microzonificación sísmica desarrollada por el SIMOC que invitan a contemplar el efecto de amplificación de los suelos, los cambios en la amenaza climática donde el período de los eventos extremos se ha acortado de forma sustantiva.

1- Respecto a la amenaza sísmica, véanse las siguientes imágenes: Mapa no oficial de Amenaza Sísmica para Colombia según Carlos A. Vargas, en UN Periódico (2011), y Litología y Suelos, y Espectros de la Microzonificación Sísmica para Manizales, del SIMOC (2002).



El mapa propone reconsiderar la distribución de las zonas de amenaza sísmica de Colombia, en el centro se sugiere como evento sísmico de diseño para Manizales un evento con período  $T_r = 475$  años (azul), y a la derecha el espectro de amenaza permite inferir que la fuente sísmica del Sismo del Quindío de 1999 fue Subducción y no Romeral y que el período de retorno del evento fue  $T_r = 750$  años aprox.



Variación espacial de las formaciones superficiales y espesor de suelos en la ciudad, y espectros de diseño en función de los suelos de la ciudad, según sean ellos suelo blando, semi-blando o duro.

2- En cuanto a la amenaza hidrometeorológica, conforme los períodos de retorno de los eventos extremos  $T_r$  se han acortado por el calentamiento global, también el riesgo  $R$  se ha incrementado, tal cual lo ilustra la tabla de Valoración del Riesgo adjunta, donde el riesgo pasa de 0,63 a 0,98 cuando el período de retorno  $T_r$  de una amenaza pasa de 100 años a 25 años, incidiendo sobre una obra cuya vida útil  $n$  es de 100 años.

**Valoración del Riesgo en función del período de las Amenazas  $T_r$  y la vida útil de una obra  $n$ .**

$$R = 1 - (1 - 1/T_r)^n$$

Valores de R		n= Vida útil de una obra							
		Años	10	25	50	100	250	500	1000
$T_r =$ Período de retorno de la amenaza	10		0,65	0,93	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
	25		0,34	0,64	0,87	0,98	1,00	1,00	1,00
	50		0,18	0,40	0,64	0,87	0,99	1,00	1,00
	100		0,10	0,22	0,39	0,63	0,92	0,99	1,00
	250		0,04	0,10	0,18	0,33	0,63	0,87	0,98
	500		0,02	0,05	0,10	0,18	0,39	0,63	0,86
	1000		0,01	0,02	0,05	0,10	0,22	0,39	0,63

Como fundamento, en la fórmula para estimar  $R$ , el factor  $1/T_r$  es la probabilidad temporal del evento, así se trate de lluvias o de sismos. Las obras se diseñan del lado de la falla, donde  $R > 50\%$ , pues de lo contrario la ciudad no sería viable: obsérvese los valores de la diagonal.

Igualmente, la tabla permite inferir cómo con la tala y los modelados se ha comprometido el factor de seguridad de largo plazo de nuestras frágiles laderas, dado que para valores elevados de  $n$  el valor del riesgo con eventos extremos es uno. Mayor información en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/45902/>





Imagen: Santiago Osonó en <http://geotecnia-sor.blogspot.com.co>

Ladera del sector El Cable en Manizales. Fuente: <http://geotecnia-sor.blogspot.com.co>

Véase en el talud de la fotografía, cómo la presencia de las cenizas volcánicas que aparecen por debajo de un suelo orgánico (sobre el cual hay un depósito antrópico), dan testimonio de la estabilidad a largo plazo de una ladera ligeramente inclinada. Al respecto, si la formación de una capa orgánica de tan solo 10 cm de espesor en este clima y a esta altitud, puede tardar un siglo, las cenizas que subyacen el horizonte orgánico y que probablemente provienen de Cerro Bravo, se remontan a decenas de miles de años.

Como conclusión, si las laderas de fuerte pendiente del trópico andino poseen un factor de seguridad de largo plazo igual a uno, con los modelados y con la deforestación se ha vulnerado ese frágil equilibrio límite de estabilidad. De ahí la importancia de: a- prevenir la separación de costos y beneficios en la explotación del suelo que subyace en la construcción de viviendas de interés social; b- controlar el modelo de expansión del suelo que especula con la plusvalía urbana; c- ajustar los factores de seguridad para responder a las condiciones sísmicas de la ciudad y a los eventos climáticos extremos, y d- implementar la plusvalía urbana para hacer viable un POT que pueda llevar infraestructura ambiental para asegurar zonas ya intervenidas, y atender así las demandas socioambientales asociadas con la fragilidad del medio.

REFERENCIA: Presentación ante la Comisión Cuarta del Concejo de Manizales, del Jueves 11 de Mayo de 2017. Portada: Laderas de Manizales en <http://revistainvi.uchile.cl> y <http://agenciadenoticias.unal.edu.co>

### **RECOMENDADOS:**

**[Manual de geología... U.N. de Colombia \(2016\).](#)**

**[Dios perdona, la naturaleza no.](#)**

**[Manizales debe garantizar protección de laderas.](#)**

**[La encrucijada ambiental de Manizales.](#)**

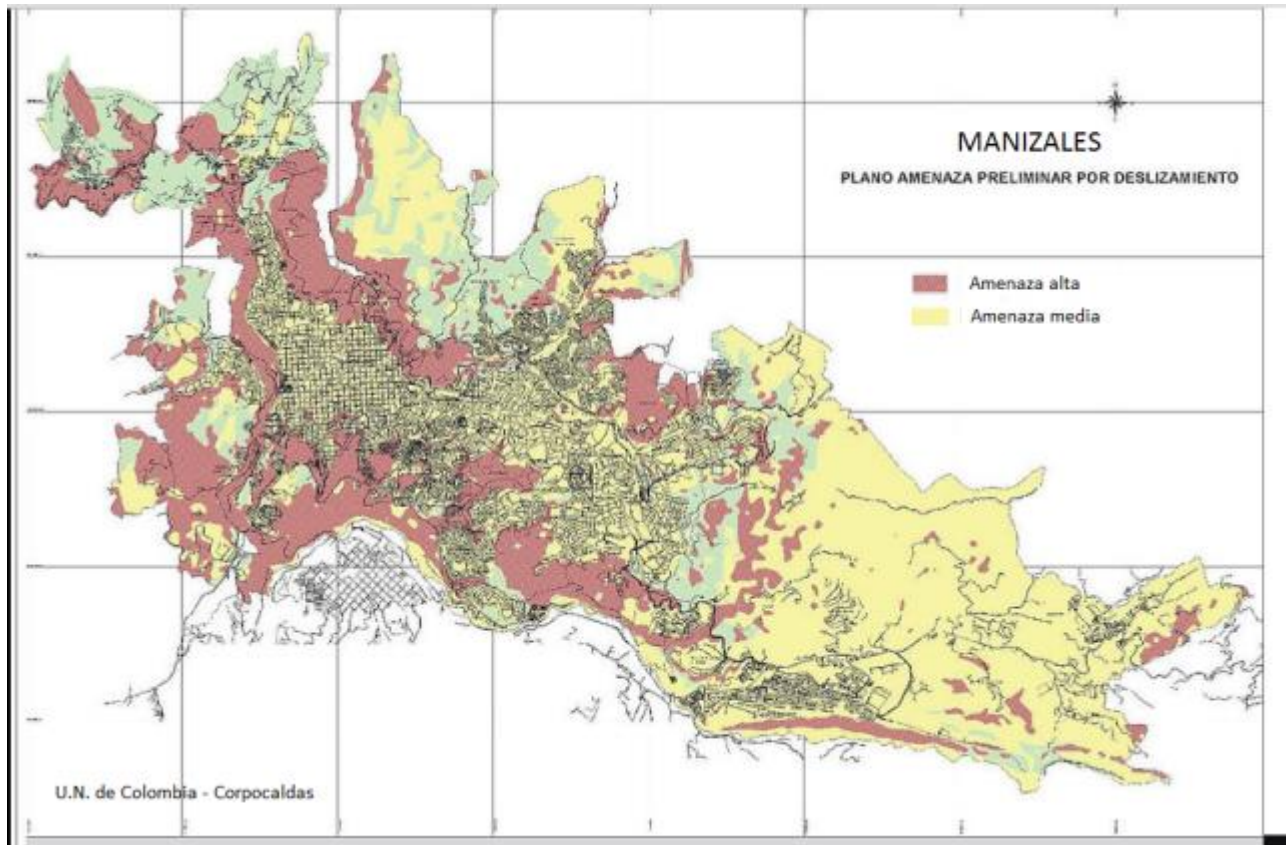
**[Sancancio como área de interés ambiental.](#)**

**[La historia del Cerro Sancancio.](#)**

**[La Aurora v.s. la Reserva Río Blanco.](#)**

**[Vulnerabilidad de las laderas de Manizales](#)**

## MAPA ANEXO



Véase en rojo cómo las zonas de mayor susceptibilidad a los deslizamientos en Manizales, coinciden con las laderas de fuerte pendiente de la ciudad. Mapa Preliminar de Amenazas por Deslizamiento UN- Corpocaldas.

### ANEXO 1: Entrevista de UNIMEDIOS. Ciudad & Territorio.

#### MANIZALES DEBE GARANTIZAR PROTECCIÓN DE LADERAS



*El Cerro Sancancio de Manizales está siendo monitoreado constantemente.*

En las zonas urbanas afectadas por las fuertes lluvias en la capital de Caldas, además de las altas pendientes y de los frágiles suelos, convergen circunstancias antrópicas (por parte del hombre) relacionadas en especial con la ocupación conflictiva de laderas de protección y cauces periurbanos.



Así lo explicó Gonzalo Duque Escobar, profesor de la Universidad Nacional de Colombia (U.N.) Sede Manizales y miembro del Consejo Territorial de la ciudad, al referirse a la emergencia ocurrida en la noche del martes 18 y madrugada del miércoles 19, que cobró por lo menos 16 vidas y dejó 75 viviendas arrasadas y 400 familias afectadas.

Según el docente, “por décadas, con el modelo de ocupación del territorio, la debilidad institucional y la falta de herramientas normativas y tecnológicas orientadas a resolver dicha problemática se ha venido construyendo la vulnerabilidad del hábitat que explica la tragedia”. En la ladera de Sancancio (el cerro tutelar de la ciudad), la sustitución del bosque primario por coberturas agroforestales ocasionó que la abundante lluvia, que no pudo ser retenida por la vegetación, se transformara en torrentes que erosionaron el suelo para producir un deslave cuyas peores consecuencias se dieron en el barrio Aranjuez, donde se repitió lo vivido en Mocoa.

A raíz de lo anterior, el profesor Duque Escobar destaca que en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Manizales se deben contemplar los instrumentos normativos suficientes para restarle la presión antrópica a las frágiles laderas, que son las zonas de protección de la ciudad.

De igual manera es necesario replantear el alcance y la cobertura de los estudios geotécnicos y de los factores de seguridad para ajustarlos a los nuevos periodos de retorno de las amenazas climáticas, dada su exacerbación asociada con el calentamiento global.

## Otros desafíos

Ladera Norte de Manizales. Infimanizales



La gestión ambiental del riesgo hidrogeológico en Manizales es de largo aliento: en los años setenta la migración del campo a la ciudad por la revolución verde llevada con el monocultivo del caturra (café) a las zonas cafeteras, propició el surgimiento de asentamientos no planificados que hoy, 40 años después, se encuentran consolidados.

A pesar de los esfuerzos de reubicar zonas subnormales como La Playita y El Nevado, existe una deuda ambiental que, por las nuevas dinámicas del clima andino, obliga a extremar los esfuerzos. Esto se debe a que aunque los instrumentos de monitoreo liderados en la U.N. para producir alertas tempranas y otros desarrollos tecnológicos para controlar la erosión han sido exitosos, todavía no son suficientes. De ahí que la investigación en el alma mater continúe.

El profesor Duque recomienda controlar las prácticas perversas que se expresan en el mercado del suelo en las zonas de protección de la ciudad y en la invasión de los cauces en los que se destruyen los agentes de conectividad biológica. En opinión del docente, se debe implementar la plusvalía urbana para hacer viable un POT que pueda llevar infraestructura ambiental y asegurar las zonas ya intervenidas, lo cual supone ponerle límite a los procesos de especulación del suelo.

Para atender las demandas socioambientales asociadas con la fragilidad del medio citadino y rural en la ecorregión cafetera, este desastre deja como lección que no solo se debe reconocer la falta de adaptación ambiental a los fenómenos naturales, sino también la necesidad de implementar un modelo urbano más verde y más humano, pensado desde la perspectiva antropocéntrica y no solo para el hombre.

(Por: Fin/JDMP/MLA/LOF)N.º 61. Manizales. 20 abr. 2017.